ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation d'un Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de Lord Rayleigh pour occuper le poste d'Associé étranger vacant par le décès de M. *Simon Newcomb*.

Il est donné lecture de ce Décret.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un moyen de restituer aux sulfures alcalino-terreux leurs propriétés phosphorescentes.* Note de M. **D. Gernez.**

Dans les nombreuses expériences qu'il a effectuées sur les sulfures alcalino-terreux, Edmond Becquerel a recherché les procédés les meilleurs pour obtenir les produits les plus phosphorescents, en variant beaucoup leurs modes de préparation. Il utilisait soit l'action directe du soufre sur les carbonates ou les oxydes alcalino-terreux, soit les actions réductrices sur les sulfates, en employant successivement comme matières premières les composés naturels et les mêmes corps préparés à l'état de pureté. Il fut ainsi amené à signaler l'influence qu'exerce, sur la phosphorescence du corps obtenu, la présence, en petite quantité, de matières étrangères qui en font varier beaucoup la couleur et l'intensité.

M. A. Verneuil, s'inspirant de ce résultat, eut le mérite de préciser la nature de ces matières étrangères. L'analyse complète d'un sulfure de calcium, dont la phosphorescence était très brillante, lui montra qu'il contenait quelques centièmes de composés du sodium (carbonate et chlorure) avec quelques dix-millièmes d'une substance dont

l'action était prépondérante, le sulfure de bismuth (1). Le sulfure de calcium, préparé avec la composition qu'il a déterminée, présente une phosphorescence violette à la fois très intense et d'une remarquable durée.

Plus de 10 ans après, M. Mourelo (2), utilisant les indications données par M. A. Verneuil sur le sulfure de calcium, les appliqua à la préparation du sulfure de strontium, en modifiant convenablement les proportions des matières employées, et obtint des produits phosphorescents d'une remarquable intensité. Il varia, comme l'avait fait Edmond Becquerel, les modes de préparation du sulfure de strontium en ajoutant les matières dont M. A. Verneuil avait signalé l'importance, et fit une longue étude des divers produits qu'il avait obtenus.

Dans le courant de l'année 1897, j'ai eu la curiosité de préparer les sulfures de calcium et de strontium phosphorescents. En suivant avec soin les indications données par M. A. Verneuil et M. Mourelo, j'obtins facilement des produits comparables à ceux qu'ils avaient préparés.

Comme le sulfure de baryum ne me parut pas avoir été l'objet d'études suivies, il me sembla qu'il suffisait de modifier les proportions de matière recommandées par M. A. Verneuil, résultant de la substitution du baryum au calcium, pour obtenir un composé phosphorescent. Les produits préparés étaient remarquables par l'intensité de la phosphorescence, dont la couleur variait du jaune d'or à l'orangé et au rouge.

Je renfermai ces divers sulfures les uns dans des tubes de verre scellés à la lampe, les autres dans des vases mal bouchés qui les laissaient en communication avec l'extérieur.

Six ans après, en mai 1903, ayant examiné ces produits, je constatai que ceux que j'avais mis en tubes scellés avaient conservé leurs propriétés phosphorescentes; il n'en était pas de même des autres qui les avaient perdues, ou chez lesquels elles n'étaient perceptibles, après exposition à une vive lumière, qu'à la condition d'être observées après un séjour prolongé dans une chambre absolument noire. L'action de l'air extérieur avait donc peu à peu enlevé à ces sulfures leur propriété.

M. Mourelo avait en 1897 (3) fait une étude de la stabilité de la phosphorescence des diverses variétés de sulfure de strontium qu'il avait préparées. A cet effet il les exposait, dans des tubes ouverts aux deux bouts, pendant 3 heures, à l'action des rayons solaires, la température ambiante étant de 45°. Il reconnut que, pendant la

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, 1886, p. 600, et t. CIV, 1887, p. 506.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 1024, 1237 et 1544, et t. CXXV, 1897, p. 462, 775 et 1098, etc.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 462.

durée de cette expérience, la phosphorescence du sulfure de strontium perdait beaucoup de son intensité, lorsqu'il résultait de la réduction du sulfate ; un peu moins s'il provenait de l'action du soufre sur le carbonate. Dans ces deux cas, il constatait une transformation du sulfure en sulfate. Le produit obtenu suivant les indications de M. A. Verneuil, dont les grains étaient comme vernissés, paraissait inaltéré après l'opération. Mais, si on la réitérait plusieurs fois, sa phosphorescence s'affaiblissait graduellement.

Il résultait de là que le sulfure de strontium, quel que soit son mode de préparation, peut subir, de la part de l'air, dans les circonstances indiquées, une altération qui en affaiblit la phosphorescence.

Très longtemps avant ces recherches, M. Abney (1), opérant sur du sulfure de calcium phosphorescent en suspension dans l'eau, avait montré qu'il perd lentement sa propriété et qu'elle disparaît complètement au bout de 4 mois.

Ces résultats établissaient que la phosphorescence des sulfures de calcium et de strontium et, vraisemblablement aussi, celle du sulfure de baryum pouvaient s'atténuer lentement, puis s'éteindre sous l'action prolongée de l'air et de l'eau. Si les échantillons de ces sulfures, préparés en 1897 et conservés dans des vases incomplètement fermés, se retrouvaient, en 1903, peu ou pas phosphorescents, tandis que ceux qui étaient restés en tubes scellés n'avaient rien perdu de leurs propriétés, il était naturel de supposer que l'air humide agissant sur les divers sulfures, qui constituent chacun de ces produits complexes, pendant 6 années, les avait en totalité ou en partie transformés en sulfates qui ne sont pas phosphorescents. Il résultait de cette induction qu'il y avait des chances de restituer à ces produits modifiés leurs propriétés initiales, en ramenant par une action réductrice le sulfate formé à l'état de sulfure. Pour en contrôler la valeur, j'essayai l'action de l'hydrogène à haute température. Voici la manière d'opérer que j'ai pratiquée en 1903 :

Je plaçais la matière à revivifier dans un tube effilé à une extrémité, formé d'un verre aussi peu fusible que possible, logé dans une gouttière de tôle, garnie d'une mince couche d'amiante, et disposée sur une grille à analyse, chauffée par une rampe de becs de gaz plats. L'autre extrémité du tube restait en relation avec une grande éprouvette à ponce sulfurique, desséchant au passage l'hydrogène d'un réservoir.

Je chassais de l'appareil l'air qui sortait par la pointe effilée du tube, remplacé par l'hydrogène, et je chauffais graduellement le tube de manière à l'amener à la température de ramollissement du verre, que je maintenais de 15 à 20 minutes pendant les-

(1) *Philosophical Magazine*, 3e série, t. XIII, 1881, p. 212.

quelles passait le courant d'hydrogène. J'arrêtais alors le courant et fermais au chalumeau la pointe du tube dont le contenu se refroidissait dans une atmosphère d'hydrogène. Pendant cette opération, dès que le tube était arrivé à la haute température, il se produisait une série de petites explosions qui indiquaient évidemment la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène de la matière, et en même temps il se condensait des gouttelettes d'eau sur la partie du tube qui n'était pas chauffée, et souvent il se déposait un peu de soufre. Après le refroidissement, les produits de cette opération étaient devenus très brillamment phosphorescents.

J'ai conservé, dans des tubes de verre, scellés à la lampe, les résultats d'une quinzaine d'expériences réalisées en mai 1903 sur des sulfures de baryum, de strontium et de calcium, et sur des mélanges de sulfures de baryum et calcium, ainsi que de sulfures de strontium et calcium préparés en 1897. Ils n'ont, depuis cette revivification, rien perdu de leurs propriétés phosphorescentes, récupérées par l'action de l'hydrogène à haute température.

Détourné de cette étude, en 1903, par d'autres recherches, je n'en ai pas publié les résultats. Mais, comme il n'est pas à ma connaissance que cette question ait été traitée jusqu'aujourd'hui, j'estime qu'il n'est pas inutile de les signaler; je vais indiquer de plus les expériences nouvelles que j'ai récemment réalisées pour en élucider le mécanisme.

1° *Expériences sur le sulfure de baryum en petits fragments.* — La matière première préparée en 1897 et contenue dans un vase mal fermé n'était, en mars 1903, que peu phosphorescente; elle l'était moins encore en décembre 1909. Il fallait séjourner longtemps dans la chambre noire pour saisir la faible lueur qu'elle émettait, après exposition à une vive lumière.

J'ai cherché si la revivification de ce sulfure de baryum ne pourrait pas être réalisée par l'emploi de la chaleur sans hydrogène.

En le soumettant au chauffage, dans les conditions des expériences de 1903, j'ai reconnu qu'on ranime une très faible phosphorescence en le maintenant pendant 15 à 20 minutes à la température de ramollissement du verre de Bohême. Un second chauffage pareil dans le même tube n'a pas produit d'augmentation dans l'intensité de la phosphorescence. Mais, en chauffant de nouveau la matière laissée dans le même tube, pendant le même temps, et la faisant traverser par un courant d'hydrogène sec, j'ai constaté que les petites explosions indiquées plus haut se produisaient, avec dégagement de vapeur d'eau. Le produit obtenu, examiné après refroidissement dans une atmosphère d'hydrogène et, plus tard, après remplacement de l'hydrogène par l'air, était doué d'une vive phosphorescence d'un jaune d'or très brillant.

La même matière première, chauffée immédiatement, dans les mêmes conditions et traversée par un courant d'hydrogène sec, donne le même résultat. D'où il faut conclure que la chaleur seule n'a qu'une très faible

influence pour ramener la phosphorescence du sulfure de baryum, tandis qu'elle est pleinement rétablie par un courant d'hydrogène agissant, pendant le même temps, à la même température.

2° *Expériences sur le sulfure de baryum pulvérulent.* — J'ai effectué ces expériences parce qu'il a été affirmé que les sulfures alcalino-terreux en grains ont une phosphorescence qui perd beaucoup de son intensité par la pulvérisation.

La poudre que j'ai employée provenait d'une opération faite aussi en 1897, contenue, depuis cette époque, dans un vase mal fermé et n'ayant qu'une phosphorescence extrêmement faible. Je l'ai chauffée seule, pendant 20 minutes, dans un tube de verre fermé à une de ses extrémités et effilé, à l'autre, en une pointe ouverte pour la sortie de l'air provenant de la dilatation et que je fermais au chalumeau à la fin de l'expérience. Après refroidissement j'ai constaté que la phosphorescence s'était accentuée davantage, mais restait faible.

Le tube, remis en place et chauffé pendant le même temps à la même température dans un courant d'hydrogène sec, s'est trouvé, après refroidissement, très brillamment phosphorescent.

3° *Expériences sur du sulfure de baryum altéré par l'eau et l'air.* — Enfin, j'ai soumis aux mêmes épreuves un sulfure de baryum phosphorescent dont j'avais modifié la propriété de manière à la rendre très difficilement appréciable. Je l'avais, à cet effet, soumis à des séjours très nombreux et longtemps prolongés dans l'eau, à la température d'environ 20°, alternant avec des dessiccations au contact de l'air.

Soumis à l'action seule de la chaleur, et comparé, après refroidissement, au produit non chauffé, pris comme témoin, il s'est montré plus phosphorescent. Chauffé ensuite dans un courant d'hydrogène sec pendant le même temps et à la même température, il brillait, *après le refroidissement* (1), d'un vif éclat, après exposition à la lumière du jour.

Les mêmes expériences répétées sur d'autres échantillons de sulfure de baryum m'ont donné les mêmes résultats.

Expériences sur le sulfure de strontium. — J'ai réalisé des séries d'expériences semblables aux précédentes et dans les mêmes conditions sur le sulfure de strontium.

---

(1) J'insiste sur cette condition, car j'ai toujours constaté que le tube contenant ces produits, exposé en pleine lumière et observé encore chaud, ne me semblait pas phosphorescent.

J'ai utilisé des échantillons de sulfure phosphorescent préparés en 1897.

Depuis 12 ans, ils étaient contenus dans des vases mal fermés et s'étaient modifiés au point que leurs propriétés phosphorescentes étaient à peine perceptibles.

Soit en fragments, soit en poudre, ils se sont comportés de la même manière. Chauffés seuls, ils ont retrouvé un peu de leur propriété phosphorescente; soumis pendant le même temps aux mêmes températures à l'action d'un courant d'hydrogène sec, ils ont dégagé de la vapeur d'eau en produisant une série de petites explosions et sont devenus brillamment phosphorescents. Il en a été de même des produits phosphorescents que j'ai intentionnellement altérés par de nombreux séjours alternatifs, à la température de 20°, dans l'eau et dans l'air.

Je mentionnerai enfin des expériences semblables sur le sulfure de calcium associé au sulfure de baryum et au sulfure de strontium et qui, réalisées dans les mêmes conditions, ont présenté les mêmes caractères et donné les mêmes résultats.

NOMINATIONS.

M. le Prince **Roland Bonaparte** est désigné par l'Académie pour faire partie de la Commission chargée d'examiner le vœu émis, dans la séance du 24 janvier 1910, par M. Grandidier, relativement à la *Carte internationale de la Terre à* $\frac{1}{1000000}$.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, qui occupera l'une des places créées par le Décret du 10 décembre 1909.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 40,

M. van der Waals obtient.	36	suffrages
M. Hittorf »	3	»
M. van 't Hoff »	1	»

M. **van der Waals**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire de l'Aéro-Club de France** adresse à l'Académie en double exemplaire une réplique de la médaille offerte à M. *Cailletet* à l'occasion de son Jubilé académique.

Ces exemplaires seront déposés dans le médaillier de l'Académie.

M. **Adolf von Baeyer**, élu Associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Associazione internazionale delle Accademie : *Relazione delle adunanze tenute in Roma dal Comitato nei giorni* 1-3 *giugno* 1909 *nella sede della R. Accademia dei Lincei.*

Le **Recteur** et le **Sénat de l'Université de Leipzig** adressent à l'Académie cinq Volumes publiés à l'occasion du 500e anniversaire de la fondation de cette Université; l'un de ces Volumes est intitulé : *Die Institute und Seminare der philosophischen Facultät an der Universität Leipzig.* 2. Teil : *Die mathematisch-naturwissenschaftliche Sektion.*

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Innes* (1910 *a*), *faites à l'Observatoire de Lyon.* Note de MM. **Luizet** et **J. Guillaume.**

Observations de la comète.

Dates 1910.	Étoiles de comparaison.	* — ★ Δα.	* — ★ Δδ.	Nombres de comparaisons.	Observateurs.
		m s	′ ″		
Janvier 26.....	*a*, BD—2°,5533	+0.14,52	+ 5.32,9	6 : 6	J. G.
29.....	*b*, BD+0,4750	—0.15,55	+13.52,6	6 : 6	J. G.
30.....	*c*, BD+1,4517	—1.46,22	—12.39,1	16 : 15	M. L.
30.....	*c*, BD+1,4517	—1.44,69	—12.14,4	12 : 12	J. G.
30.....	*d*, BD+1,4518	—1.55,46	— 5.19,5	12 : 7	M. L.
31.....	*e*, BD+2,4414	—6.57,06	+ 6.59,4	9 : 10	M. L.
31.....	*f*, BD+2,4404	—4.28,82	—10.44,8	8 : 8	J. G.

Positions des étoiles de comparaison pour 1910,0.

★	Ascensions droites moyennes.	Réduction au jour.	Déclinaisons moyennes.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	o ′ ″	″	
a...	21.20.27,37	−1,92	−2.22.34,3	−10,7	A.G. Strasbourg, 7481
b...	21.30.48,25	−1,88	+0.34.35,0	−10,7	A.G. Nicolajew, 5475
c...	21.34.59,30	−1,88	+1.50.17,9	−10,6	A.G. Albany, 7565
d...	21.35.10,94	−1,88	+1.43.53,0	−10,6	A.G. Albany, 7567
e...	21.42.40,17	−1,86	+2.16. 9,7	−10,6	A.G. Albany, 7601
f...	21.40.14,77	−1,87	+2.34.43,5	−10,6	A.G. Albany, 7593

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1910.	Temps moyen de Paris.	Asc. droites apparentes.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaisons apparentes.	Log. fact. parallaxe.	Observateurs.
	h m s	h m s		o ′ ″		
Janvier 26.....	5.52.57	21.20.39,97	+9,600	−2.17.12,1	+0,801	J. G.
» 29.....	6.10. 6	21.30.30,82	+9,607	+0.48.16,9	+0,796	J. G.
» 30.....	5.55. 5	21.33.11,20	+9,602	+1.37.28,2	+0,794	M. L.
» 30.....	6. 8.34	21.33.12,73	+9,607	+1.37.52,9	+0,795	J. G.
» 30.....	6.25.26	21.33.13,60	+9,612	+1.38.22,9	+0,796	M. L.
» 31.....	5.55.24	21.35.41,25	+9,603	+2.22.58,5	+0,793	M. L.
» 31.....	6.23.58	21.35.44,08	+9,612	+2.23.48,1	+0,795	J. G.

Remarques. — Les observations ont été faites à l'équatorial coudé, par M. Luizet (M. L.), et à l'équatorial Brünner, par M. Guillaume (J. G.).

Les 21, 22, 25 et 28, la comète a été vue, mais les nuages ou l'absence d'étoile visible dans son voisinage ne nous ont pas permis d'en avoir des positions exactes.

Le 26, elle était moins brillante que les jours précédents ; sa queue, dont l'extrémité était incurvée vers le Sud, avait une longueur d'environ 25°.

Les 29 et 30, la queue avait une longueur de près de 30° et, à 15° du noyau, sa largeur était d'environ 2° ; elle était bien limitée au Nord, moins bien au Sud, et son extrémité se confondait, comme éclat et comme teinte, avec la lumière zodiacale.

Le 31, l'éclat avait sensiblement diminué et, à 7^{h} du soir, la queue, dont l'extrémité était toujours recourbée vers le Sud, cessait d'être visible à 22° du noyau.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète* 1910 *a. Observations faites à Nice, par* MM. **Javelle, Charlois** et **Schaumasse**. Note transmise par M. Bassot.

Équatorial de $0^m,76$ *d'ouverture* (Javelle).

Dates. 1910.	Temps moyen de Nice.	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.	Nombre de compar.	α appar. ♆.	Log. fact. parallaxe.	δ appar. ♆.	Log. fact. parallaxe.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Janv. 25....	5.54.26	−0.30,17	−0.30,6	17: 9	21.16.33,12	$\bar{1}$,613	−3.35.37,8	$0,791_n$	1
» 26....	5.56.24	+0.11,58	+4.49,0	20:10	21.20.37,03	$\bar{1}$,613	−2.17.56,0	$0,792_n$	2
» 27....	6.17.23	−3. 8,39	−1.25,8	12: 4	21.24.16,88	$\bar{1}$,623	−1. 8.20,9	$0,786_n$	3
Févr. 1....	5.58.46	+2. 4,54	+1.10,9	15:10	21.37.59,56	$\bar{1}$,618	+3. 4.23,8	$0,779_n$	4
» 2....	6. 7.17	+0.27,11	−5.29,0	20:10	21.40.10,80	$\bar{1}$,623	+3.43. 8,0	$0,779_n$	5

Équatorial de $0^m,38$ *d'ouverture* (Charlois).

Janv. 25....	5.46.43	−0.31,86	−0.58,5	13: 8	21.16.31,43	$\bar{1}$,608	−3.36. 5,7	$0,792_n$	1
» 25....	5.46.43	−1.12,51	−5. 6,6	13: 8	21.16.31,40	$\bar{1}$,608	−3.36. 6,8	$0,792_n$	6
» 26....	5.54.36	+0.11,38	+4.40,2	20:10	21.20.36,83	$\bar{1}$,613	−2.18. 4,8	$0,790_n$	2
Févr. 1....	6.16.41	+2. 6,30	+1.38,5	14:10	21.38. 1,32	$\bar{1}$,626	+3. 4.51,4	$0,780_n$	4
» 2....	6.10.22	+2.13,23	+2.46,0	13: 8	21.40.11,44	$\bar{1}$,624	+3.43.11,6	$0,778_n$	7

Remarques. — Janvier 25. — La comète a un noyau rond, bien défini, de 10″ de diamètre; on aperçoit distinctement deux aigrettes symétriques par rapport au noyau. La queue, plus brillante sur les bords, est dirigée dans l'angle de position de 36°.

Février 1. — La comète a sensiblement diminué d'éclat; on ne voit plus les deux aigrettes signalées le 25 janvier.

Février 2. — La comète est encore plus faible que la veille; son noyau est maintenant allongé.

Équatorial coudé de $0^m,40$ *d'ouverture* (Schaumasse).

Janv. 25 (1).	5.53.26	−1.11,30	−4.46,5	12: 8	21.16.32,61	$\bar{1}$,606	−3.35.46,7	0,792	6
» 25....	6.16.21	−0.26,85	+0.39,4	16: 8	21.16.36,44	$\bar{1}$,623	−3.34.27,8	0,789	1
» 26....	5.51.51	+0.10,94	+4.33,6	18:10	21.20.36,39	$\bar{1}$,611	−2.18.11,4	0,789	2
» 27....	6.15.23	−3. 7,54	−1.20,4	15:10	21.24.17,73	$\bar{1}$,625	−1. 8.15,4	0,786	3
Févr. 1....	6.13.30	−5.55,20	−0.58,7	15:10	21.38. 0,51	$\bar{1}$,625	+3. 4.40,9	0,780	8
» 2....	6.23.25	+0.28,34	−5. 0,4	13: 9	21.40.12,03	$\bar{1}$,628	+3.43.36,6	0,780	5
» 3....	6.30.38	−1.43,99	−7.30,2	15:10	21.42.15,65	$\bar{1}$,630	+4.19.16,9	0,781	9

(1) Observation faite par M. Simonin.

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	α moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.....	8,6	21.17. 5,22	−1,93	−3.34.56,4	−10,8	Strasbourg, 7457
2.....	8,1	21.20.27,37	−1,92	−2.22.34,3	−10,7	Strasbourg, 7481
3.....	9,2	21.27.27,17	−1,90	−1. 6.44,4	−10,7	Kam_2, 5556
4.....	9,0	21.35.56,89	−1,87	+3. 3.23,6	−10,7	Albany, 7572
5.....	8,9	21.39.45,55	−1,86	+3.48.47,7	−10,7	Albany, 7590
6.....	7,0	21.17.45,84	−1,93	−3.30.49,4	−10,8	Strasbourg, 7464
7.....	9,1	21.38. 0,07	−1,86	+3.40.36,3	−10,7	Albany, 7583
8.....	9,2	21.43.57,57	−1,86	+3. 5.50,2	−10,6	De Ball, 337
9.....	8,8	21.44. 1,49	−1,85	+4.26.57,7	−10,6	Albany, 7611

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1910*a*, *faites à l'Observatoire de Marseille au chercheur de comètes de* $0^m,16$ *d'ouverture libre.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Janv. 25.....	6.17.36	−1. 4,09	+ 3. 7,0	3:3	21.16.39,96	+$\bar{1}$,631	93.34. 6,9	−0,790	*a*
» 26.....	6.16. 7	+0.16,31	− 6. 6,8	5:5	21.20.41,74	+$\bar{1}$,631	92.16.39,0	−0,789	*b*
» 27.....	6. 6. 5	−8.37,20	−20.18,4	2:2	21.24.17,45	+$\bar{1}$,626	91. 8. 7,3	−0,788	*c*
» 29.....	6. 5.39	−7. 4,21	+ 4.46,1	3:3	21.30.32,24	+$\bar{1}$,627	89.12.26,2	−0,784	*d*
» 30.....	5.59.35	−1.47,58	+13. 0,6	5:5	21.33. 9,89	+$\bar{1}$,625	88.22.50,8	−0,782	*e*
Févr. 1.....	6.20. 5	−6.57,79	+ 0.20,3	3:3	21.38. 2,53	+$\bar{1}$,634	86.54.55,2	−0,782	*f*
» 3.....	6.18.27	−0.21,33	−20.28,8	6:6	21.42.15,30	+$\bar{1}$,635	85.40.29,5	−0,779	*g*

Étoiles de comparaison pour 1910,0.

★.	Gr.	R moyenne.	Réduction au jour.	P moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a...	7,0	21.17.45,97	−1,92	93.30.49,1	+10,8	5387 Warschau
b...	8,1	21.20.27,35	−1,92	92.22.35,0	+10,8	5401 Warschau
c...	6,7	21.32.56,54	−1,89	90.47.38,3	+10,6	5833 Radcliffe, cat. 1890
d...	6	21.37.38,32	−1,87	89. 7.29,5	+10,6	1640 Radcliffe, cat. 1900
e...	5,1	21.34.59,35	−1,88	88. 9.39,6	+10,6	7565 A. G. Albany
f...	9,0	21.45. 2,18	−1,86	86.54.24,3	+10,6	7619 A. G. Albany
g...	7,7	21.42.38,51	−1,85	86. 0.47,6	+10,7	7600 A. G. Albany

Remarques. — Le 3 février l'éclat de la comète a considérablement diminué; le

noyau est presque complètement dépourvu de chevelure du côté dirigé vers le Soleil. La queue, moins large, est toujours longue, mais plus faible et uniforme.

(Les logarithmes facteurs parallaxes ont été calculés avec des Tables construites avec la valeur 8″,85 de la parallaxe solaire.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1910*a*, *faites à l'Observatoire de Marseille* (*équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture*). Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Janv. 25..	5.52.16	−1. 9,86	+ 4.23,4	15: 5	21.16.34,03	+ī,613	93.35.23,6	−0,786	1
» 26..	6. 2.55	+0.13.99	− 5.25,3	12: 6	21.20.39,44	+ī,618	92.17.19,7	−0,783	2
» 29..	6. 5.46	−0.17.89	−13.35,6	14: 8	21.30.28,24	+ī,622	89.12. 0,8	−0,777	3
» 30..	5.47.30	−1.47.97	+13.22,0	15:10	21.33. 9,51	+ī,613	88.23.13,4	−0,774	4
» 30..	6. 8.45	−1.57.68	+ 6.27,4	15:10	21.33.11,49	+ī,624	88.22.42,2	−0,776	5
Fév. 1..	6.15.10	−1.42.78	−17. 1,2	15:10	21.38. 1,72	+ī,628	86.55.14,0	−0,774	6
» 3..	6. 5.33	−0.22.43	−19.52,2	14: 7	21.42.14,29	+ī,626	85.41. 6,2	−0,770	7

Positions moyennes des étoiles de comparaison 1910,0.

★	Gr.	R moyenne.	Réd. au jour.	P moyenne.	Réd. au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.....	7,0	21.17.45,82	−1,93	93.30.49,4	+10,8	7464 AG., Strasbourg
2.....	8,1	21.20.27,36	−1,91	92.22.34,3	+10,7	7481 »
3.....	7,4	21.30.48,02	−1,89	89.25.25,7	+10,7	1630 Radcliffe, 2e cat. 1900
4.....	5,5	21.34.59,36	−1,88	88. 9.40,8	+10,6	1636 » »
5.....	8,0	21.35.11,05	−1,88	88.16. 4,2	+10,6	7567 AG., Albany
6.....	8,6	21.39.46,36	−1,86	87.12. 4,5	+10,7	7591 AG., Albany
7.....	7,7	21.42.38,57	−1,85	86. 0.47,7	+10,7	7600 AG., Albany

Janvier 25. — Ciel très pur. A l'œil nu, la comète est brillante, la queue a environ 15° et se divise en deux branches, l'une rectiligne, l'autre se recourbant en panache.

Dans la lunette, le noyau est rond, remarquablement brillant et net; il donne l'impression d'un objet sphérique bien défini. Sa couleur est blanche, légèrement verdâtre. La queue est de même nuance et se divise en deux branches, ne laissant entre elles qu'un espace obscur assez restreint. Elles sont beaucoup plus éclairées sur leurs bords extérieurs. Celle dont l'ascension droite est plus faible est plus lumineuse et paraît se recourber légèrement en avant. Une aigrette d'environ 4′ se dirige vers le Soleil.

Janvier 30. — A l'œil nu, la comète est très affaiblie; la queue a environ 30°, mais elle est très peu lumineuse.

Dans la lunette, le noyau ne devient visible qu'un peu après l'étoile 25 Verseau donnée gr. 5,1 par Albany et gr. 5,5 par Radcliffe 2.

Ce noyau est rond et a environ 5″ de diamètre; il fait masse avec la chevelure dont l'éclat diminue uniformément jusqu'à la périphérie. La queue devient plus sombre vers l'intérieur, mais ne présente pas de séparation dans le sens longitudinal.

CHRONOMÉTRIE. — *Comparaison de chronomètres ou de pendules à distance par la méthode des coïncidences au moyen de signaux radiotélégraphiques.* Note (1) de MM. **Claude**, **Ferrié** et **Driencourt**, présentée par M. H. Poincaré.

Dès que la télégraphie sans fil est entrée dans la pratique, on a naturellement songé à l'utiliser pour comparer deux instruments de mesure de temps placés en deux lieux plus ou moins éloignés, en vue d'obtenir la différence de longitude des deux lieux ou la différence des états des deux instruments sur le temps d'un même lieu suivant que la différence de longitude est l'inconnue ou une donnée.

Les expériences faites en 1904 et 1905 par M. Albrecht, de l'Institut géodésique de Potsdam, ont montré que *la télégraphie sans fil peut remplacer simplement* la télégraphie ordinaire pour l'envoi des signaux. Il nous a paru que, au procédé *chronographique* employé par le savant géodésien, il y aurait avantage à substituer celui des *coïncidences téléphoniques*.

M. E. Guyou a rendu compte ici même (2) des résultats des comparaisons effectuées en 1906 entre Paris et Brest par ce dernier procédé et montré qu'il ne comporte pas d'équation personnelle et qu'il est susceptible d'une très haute précision ($0^s,003$ dans de bonnes conditions).

D'autre part, dans la télégraphie sans fil, on tend de plus en plus à remplacer l'appareil enregistreur du récepteur par le téléphone.

Il paraissait donc indiqué, pour obtenir le maximum de précision dans les comparaisons à l'aide de signaux de T. S. F., d'appliquer la méthode des coïncidences téléphoniques; pour cela il fallait imaginer un système permettant d'envoyer des sortes de battements radiotélégraphiques aussi nets que possible à des intervalles réguliers très légèrement différents d'un

(1) Présentée dans la séance du 31 janvier 1910.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CXLII, 18 juin 1906, p. 1379.

multiple de ceux des battements des instruments à comparer. Voici celui que l'un de nous s'était chargé de présenter à la Commission interministérielle de T.S.F. :

Un pendule ordinaire OA, à suspension à ressort, porte, fixé transversalement sur sa tige, une barrette en argent m. De part et d'autre de cette pièce sont disposés deux contacts circulaires en fil d'argent c, c' pincés dans des glissières auxquelles des vis micrométriques fixées aux supports v, v' permettent de donner de légers déplacements dans le sens horizontal. Les supports sont mis en circuit avec une pile et un relais qui commande le manipulateur à relais de la T.S.F. On voit par les figures 1 et 2 qu'à chaque passage par la verticale, le pendule ferme le circuit du relais pendant un temps qu'on peut régler au moyen des vis micrométriques de manière à provoquer la production certaine d'un signal radiotélégraphique à chaque battement.

Fig. 1.

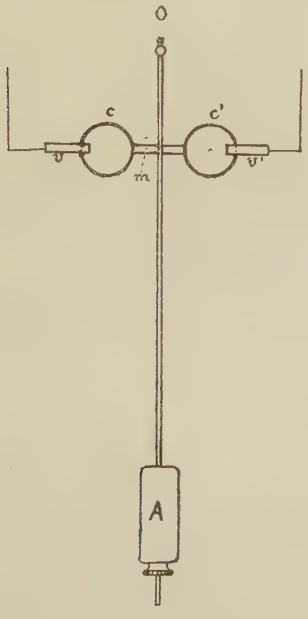
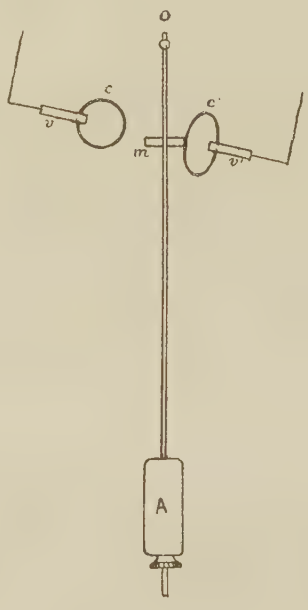


Fig. 2.



Le Bureau des Longitudes nous ayant invités au mois de novembre dernier à expérimenter ce système avec le concours de la station radiotélégraphique militaire de la Tour Eiffel et les ressources de l'Observatoire de Montsouris gracieusement mises à notre disposition par son directeur M. Guyou, un pendule à entretien électromagnétique, du modèle de M. Lippmann, muni du dispositif spécial décrit ci-dessus, fut installé contre un pilier du poste souterrain, et les expériences dont le programme avait été approuvé par le Bureau des Longitudes commencèrent aussitôt.

Il s'agissait, en premier lieu, de voir si le pendule proposé, associé à un manipulateur convenable, était susceptible de donner, dans le téléphone du récepteur à détecteur électrolytique, un battement et un seul à chaque passage du pendule par la verticale, autrement dit de provoquer l'émission d'un train d'ondes et d'un seul, et, en second lieu, de vérifier si ces battements étaient régulièrement espacés.

Divers essais furent effectués en intercalant plusieurs espèces de relais entre le pendule et le manipulateur.

Le meilleur fonctionnement fut obtenu en faisant commander directement l'électrode du manipulateur par les contacts du pendule. Le manipulateur est du type à turbine. En réglant convenablement les divers organes et appareils et en tenant compte de leurs inerties mécaniques et électriques, on arrive assez aisément à ne produire qu'une seule étincelle à chaque oscillation du pendule.

Il a été reconnu nécessaire de donner aux oscillations de la barrette *m* une amplitude assez grande et constante. Ce résultat est obtenu aisément au moyen du dispositif d'entretien électromagnétique.

Des récepteurs provisoires ont été établis en transformant des récepteurs électrolytiques portatifs de manière à permettre de percevoir dans les téléphones les battements d'un chronomètre placé à proximité en même temps que les battements radiotélégraphiques du pendule.

On a donné au pendule une avance sur le chronomètre aussi faible que le permettait sa longueur, un battement en 88 secondes.

Des comparaisons par coïncidences faites en local ont montré : 1° que l'erreur sur une coïncidence ne dépasse pas un battement du pendule; 2° qu'il n'y a pas de variation appréciable dans le retard de l'étincelle sur le passage du pendule par la verticale; 3° que la méthode ne comporte pas d'équation personnelle; 4° que les moyennes de 8 comparaisons faites simultanément par deux observateurs s'accordent à moins de $\frac{1}{440}$ de seconde.

Des comparaisons par coïncidences de deux chronomètres (l'un, temps sidéral; l'autre, temps moyen) ont été effectuées dans la soirée du 18 janvier entre l'Observatoire de Paris et l'Observatoire de Montsouris, où des postes récepteurs avaient été installés avec de petites antennes *de manière à se trouver dans les conditions de réception de signaux venant d'un poste très éloigné*. Les comparaisons radiotélégraphiques furent précédées et suivies de comparaisons directes par téléphone.

Les observateurs étaient MM. Claude et Lancelin à Montsouris, Driencourt et Lamotte à l'Observatoire.

Sept séries de 180 battements chacune furent envoyées par le poste de la Tour Eiffel. Dans les quatre premières, il y eut plus ou moins de ratés dus à un réglage insuffisant du pendule et du manipulateur. Les trois dernières furent parfaitement envoyées.

Le Tableau suivant donne pour MM. Claude et Driencourt les différences entre la comparaison téléphonique de $9^h55^m5o^s$ et les comparaisons radiotélégraphiques ramenées à $9^h55^m5o^s$ au moyen de la marche relative moyenne des deux chronomètres entre $9^h55^m5o^s$ et $11^h24^m39^s$:

Numéros des séries.	Première série.		Quatrième série.	Cinquième série.		Sixième série.		Septième série.		
Heures des comparaisons.	10^h14^m	10^h15^m	10^h32^m	10^h44^m	10^h45^m	10^h51^m	10^h53^m	10^h58^m	10^h59^m	11^h0^m
Comparaison téléphonique — comparaisons radiotélégraphiques.	$-0^s,003$	$+0^s,002$	$-0^s,014$	$-0^s,031$	$-0^s,024$	$-0^s,023$	$-0^s,030$	$-0^s,035$	$-0^s,024$	$-0^s,042$

L'allure de ces différences indique que la marche relative des deux chronomètres a dû varier entre $9^h55^m5o^s$ et $11^h24^m39^s$. Si l'on prend les comparaisons téléphoniques, on voit qu'elle a varié en effet notablement dans le cours de la soirée. A partir de 10^h14^m, il convient d'adopter la marche relative fournie par les comparaisons radiotélégraphiques elles-mêmes. Les différences comparaison téléphonique — comparaisons radiotélégraphiques deviennent ainsi :

$-0^s,003$ $+0^s,002$ $-0^s,001$ $-0^s,009$ $-0^s,001$ $+0^s,005$ $+0^s,009$ $-0^s,002$ $-0^s,010$ $-0^s,008$

Une seule atteint $0^s,01$. L'erreur moyenne d'une comparaison isolée ressort ainsi à $\pm 0^s,0006$.

Les dernières séries observées par MM. Lamotte et Lancelin donneraient sensiblement les mêmes résultats. On peut donc d'ores et déjà affirmer que le nouveau procédé de comparaison à distance, dont il est inutile de signaler les avantages, donne des résultats exacts à moins de $0^s,01$.

Ces expériences ont été faites avec la collaboration d'astronomes de l'Observatoire de Paris et d'un officier de la Section de Géodésie du Service géographique de l'Armée. M. le capitaine Fracque secondait ou suppléait le commandant Ferrié au poste de la Tour Eiffel.

Elles devaient continuer par des comparaisons entre Paris et Brest. Les dommages causés à la station radiotélégraphique nous obligent à les interrompre momentanément.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les systèmes et les congruences* K. Note de M. **A. Demoulin.**

Reprenons les surfaces (M_0), (M_1), (M_2), (M_3) envisagées dans notre Note du 17 janvier 1910. Il est clair que leurs plans tangents passent par un même point O situé sur l'axe a du cercle (Γ).

Désignons par ik une quelconque des combinaisons 01, 02, 23, 13. Les surfaces (M_i), (M_k) se correspondent dans une transformation de Ribaucour. Soient d_{ik} la droite d'intersection des plans tangents aux surfaces (M_i), (M_k), F_{ik} le point d'intersection des tangentes aux courbes (M_{iu}), (M_{ku}) et F'_{ik} le point d'intersection des tangentes aux courbes (M_{iv}), (M_{kv}).

Sur les surfaces (M_i), (M_k), le réseau (u, v) étant composé des lignes de courbure est conjugué; donc, en vertu du théorème de M. Darboux invoqué dans notre précédente Communication, la droite d_{ik} est tangente aux courbes $(F_{ik,v})$, $(F'_{ik,u})$. Comme les droites d_{ik} concourent en O, les plans osculateurs des courbes $(F'_{ik,u})$, c'est-à-dire les plans tangents aux surfaces (F_{ik}), ont en commun la tangente t' à la courbe (O_u). Par suite, les tangentes aux courbes $(F_{ik,u})$ rencontrent la droite t'. Or les tangentes à deux courbes $(F_{ik,u})$ sont dans un même plan lorsqu'un des indices i, k relatifs à l'une d'elles est égal à un des indices i, k relatifs à l'autre, et ce plan est le plan osculateur à la courbe (M_{su}), s désignant l'indice commun. Dès lors, *les tangentes aux courbes* $(F_{ik,u})$ *se coupent en un point* P′ *de* t' *et les plans osculateurs des courbes* (M_{iu}) $(i = 0, 1, 2, 3)$ *passent par ce point.* De même, *les tangentes aux courbes* $(F'_{ik,v})$ *se coupent en un point* P *de la tangente* t *à* (O_v) *et les plans osculateurs des lignes* (M_{iv}) *passent par ce point.*

Il a été établi que les tangentes aux courbes $(F_{ik,v})$ passent par O et que les tangentes aux courbes $(F_{ik,u})$ passent par P′; or les réseaux (u, v) tracés sur les surfaces (F_{ik}) sont conjugués; donc, en vertu du théorème de M. Darboux, invoqué plus haut, la droite t' a pour foyers les points O et P′ et u, v sont les paramètres des développables qu'elle engendre. Dès lors, sur la surface (O), le réseau (u, v) est conjugué.

En appliquant le même raisonnement aux réseaux (u, v) tracés sur les surfaces (F'_{ik}), on retrouve ce dernier résultat, et l'on démontre en outre que les foyers de la droite t sont O et P.

Laissant de côté ce qui concerne les surfaces (F_{ik}) et les surfaces (F'_{ik}),

nous réunirons dans l'énoncé suivant les résultats que nous venons d'obtenir :

Les développables de la congruence engendrée par la droite a découpent sur la surface (O) *un réseau conjugué* (u, v).

Si P *et* P′ *sont les seconds foyers des tangentes aux courbes* (O_v) *et* (O_u), *les plans osculateurs des lignes de courbure* $u = \text{const.}$ *des surfaces* (M) *et des surfaces* (M′) *passent par* P *et les plans osculateurs des lignes de courbure* $v = \text{const.}$ *des mêmes surfaces passent par* P′.

Supposons maintenant qu'il s'agisse d'un système K de seconde espèce. Le point O est alors le centre d'une sphère (S) inscrite à la quadrique (Q) suivant le cercle (Γ).

Envisageons une quelconque des surfaces (M) et une quelconque des surfaces (M′). Le cercle (γ) qui coupe orthogonalement ces surfaces en M et M′ engendre un système cyclique. Comme il y a ∞^1 surfaces (M) et ∞^1 surfaces (M′), il y a ∞^2 cercles (γ); tous sont situés sur la sphère (S). Lorsque u (ou v) varie seul, chacun d'eux admet une enveloppe qu'il touche en deux points; ceux-ci sont situés dans le plan π_1 (ou π'_1) de la caractéristique de la sphère (S). Désignons par N_1, N'_1 les points caractéristiques de cette sphère, et par a_1 la droite qui les joint. Des développements qui précèdent, on déduit les résultats suivants :

1° *Les plans des cercles* (γ) *touchent leurs enveloppes* (E) *en des points* E *situés sur* a_1.

2° u *et* v *sont les paramètres des développables engendrées par* a_1.

3° *Sur la surface* (O), *le réseau* (u, v) *est conjugué* (résultat déjà obtenu) *et les tangentes* t', t *aux courbes* (O_u), (O_v) *sont respectivement perpendiculaires aux plans* π_1, π'_1.

4° Soient F_1, F'_1 les points focaux de la droite a_1, ces points étant choisis de manière que les courbes (F_{1u}), (F'_{1v}) soient tangentes à a_1. *Les plans* π_1, π'_1 *sont les plans focaux de* a_1; π_1 *est tangent à* (F_1) *et* π'_1, *à* (F'_1).

5° Désignons par π, π' les plans focaux de a, π étant tangent à (F) et π', à (F′). D'après le 3°, *les plans focaux* π, π' *de* a *sont respectivement perpendiculaires aux plans focaux* π'_1, π_1 *de* a_1.

Les coordonnées d'un point quelconque du cercle (Γ) ont pour expressions

$$x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad \frac{1}{2}\left(\varphi + \frac{1}{\varphi}\right)\sqrt{\alpha\theta}, \quad \frac{i}{2}\left(\varphi - \frac{1}{\varphi}\right)\sqrt{\alpha\theta},$$

φ désignant un paramètre variable.

Lorsque u varie seul, (Γ) *admet une enveloppe qu'il touche en deux points* I, I′ *dont les* φ *satisfont à l'équation*

$$\varphi^2 - 2\varphi \frac{\frac{\partial\sqrt{\alpha\theta}}{\partial u}}{\frac{\partial\alpha}{\partial u}} + \frac{A_1}{A} = 0.$$

Lorsque v varie seul, (Γ) *admet une enveloppe qu'il touche en deux points* H, H′ *dont les* φ *sont les racines de l'équation*

$$\varphi^2 - 2\varphi \frac{\frac{\partial\sqrt{\alpha\theta}}{\partial v}}{\frac{\partial\alpha}{\partial v}} + \frac{C_1}{C} = 0.$$

On déduit de là les propriétés suivantes :

1° *u, v sont les paramètres des développables engendrées par a* (résultat déjà obtenu);

2° *Les plans focaux* π, π′ *de a sont perpendiculaires aux droites* HH′, II′;

3° *Le plan* ω *de* (Γ) *touche son enveloppe au point* O_1 *d'intersection des droites* II′, HH′;

4° *Le point* O_1 *est situé sur* a_1, car, le cercle (Γ) appartenant à (S), les droites II′, HH′ appartiennent respectivement aux plans π_1, π'_1, lesquels se coupent suivant a_1;

5° Sur la surface (O_1), le réseau (u, v) est conjugué et les tangentes t'_1, t_1 aux courbes (O_{1u}), (O_{1v}) sont respectivement HH′, II′;

6° *Le point* O_1 *est le centre d'une sphère* (S_1) *dont les points caractéristiques sont les foyers* N, N′ *du cercle* (Γ).

Nous aurons à nous appuyer sur les théorèmes suivants :

Si une sphère passe par les foyers d'un cercle tracé sur une seconde sphère, elle est orthogonale à cette sphère.

Si deux sphères sont orthogonales, tout plan diamétral de l'une coupe l'autre suivant un cercle dont les foyers appartiennent à la première.

De la première de ces propositions, on déduit que les sphères (S) et (S_1) sont orthogonales. En vertu de la seconde, le plan tangent ω_1 de la surface (O) coupe (S_1) suivant un cercle (Γ_1) dont les foyers appartiennent à (S); comme le plan ω_1 est perpendiculaire à la droite a_1, ces points coïncident nécessairement avec les points N_1, N'_1. Ainsi les foyers du cercle (Γ_1) sont les points caractéristiques de la sphère (S). D'autre part, u, v sont les

paramètres des développables engendrées par la corde des contacts a_1 de cette sphère. Par suite, *lorsque u varie seul,* (Γ_1) *a une enveloppe qu'il touche en deux points* I_1, I'_1 *et, lorsque* v *varie seul, il a une enveloppe qu'il touche en deux points* H_1, H'_1.

D'après ce qu'on a vu plus haut, lorsque u varie seul, la caractéristique de la sphère (S_1) est située dans le plan π et, lorsque v varie seul, la caractéristique de cette sphère est située dans le plan π'. Comme le cercle (Γ_1) appartient à la sphère (S_1), on conclut de là que *les points* I_1, I'_1 *sont situés sur la tangente* t *à la courbe* (O_v) *et que les points* H_1, H'_1 *sont situés sur la tangente* t' *à la courbe* (O_u).

Reprenons un des cercles (γ) définis ci-dessus. La sphère dont les points caractéristiques sont les foyers de (γ) est orthogonale à (S); comme son centre est situé sur a_1 (au point E), elle coupe a_1 en deux points conjugués harmoniques par rapport aux points N_1, N'_1 et, par suite, elle renferme (Γ_1). Donc *les sphères dont les points caractéristiques sont les foyers des cercles* (γ) *renferment toutes le cercle* (Γ_1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une remarque sur les équations intégrales de première espèce.* Note de M. **Johannes Mollerup**, présentée par M. Émile Picard.

M. Picard (1) a trouvé les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation intégrale de première espèce

$$f(x)=\int_a^b K(x,y)\,F(y)\,dy \tag{1}$$

puisse être résolue. Soient les deux équations conjuguées

$$\begin{cases} \varphi(x)=\lambda\displaystyle\int_a^b K(x,y)\,\psi(y)\,dy, \\ \psi(x)=\lambda\displaystyle\int_a^b K(y,x)\,\varphi(y)\,dy. \end{cases} \tag{2}$$

Il existe une infinité de valeurs réelles de λ (qu'on peut supposer positives)

(1) *Comptes rendus*, 14 et 28 juin 1909. — *Rend. del Circolo matematico di Palermo*, t. XXIX, 1910.

pour lesquelles ces équations sont satisfaites autrement que pour

$$\varphi(x)=\psi(x)=0.$$

Soient, rangées par ordre de grandeur,

$$\lambda_1,\quad \lambda_2,\quad \lambda_3,\quad \ldots,\quad \lambda_n,\quad \ldots,$$

ces valeurs de λ et les valeurs correspondantes de φ et ψ

$$\begin{array}{llllll}\varphi_1, & \varphi_2, & \varphi_3, & \ldots, & \varphi_n, & \ldots,\\ \psi_1, & \psi_2, & \psi_3, & \ldots, & \psi_n, & \ldots\end{array}$$

Les φ et ψ forment un système orthogonal. On peut énoncer les conditions ainsi :

I. *La fonction donnée $f(x)$ doit être située dans l'espace φ, c'est-à-dire que*

$$\int_a^b f(x)^2\,dx=\sum_{n=1}^{\infty}\left[\int_a^b f(x)\,\varphi_n(x)\,dx\right]^2.$$

II. *En désignant par a_n les coefficients de Fourier de $f(x)$ relatifs aux φ, la série $\sum \lambda_n^2 a_n^2$ doit être convergente.*

La solution cherchée $F(x)$ aura donc relativement aux φ les coefficients de Fourier $\lambda_n a_n$. *Cette solution ne sera pas en général continue.* Je vais démontrer le théorème suivant :

Si la série $\sum_{n=1}^{\infty}\lambda_n^4 a_n^2$ *converge, la série de Fourier*

$$F(x)=\sum_{n=1}^{\infty}\lambda_n\psi_n(x)\int_a^b f(y)\,\varphi_n(y)\,dy$$

sera uniformément convergente et par suite $F(x)$ sera continue.

On peut le démontrer ainsi. On a, en s'inspirant d'un calcul de M. E. Schmidt,

$$\sum_{n}^{n+m}\lambda_\nu\psi_\nu(x)\int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy=\sum_{n}^{n+m}\lambda_\nu^2\int_a^b K(x,y)\,\varphi_\nu(y)\,dy\int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy.$$

Posons

$$\sum_{n}^{n+m}=\sum_{k}-\sum_{p},$$

où $\sum_k$ est la somme des termes qui, pour la valeur considérée de x, sont positifs. Alors on a, d'après l'inégalité de M. Schwarz,

$$\sum_k \lambda_\nu^2 \int_a^b K(xy)\,\varphi_\nu(y)\,dy \int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy$$
$$= \int_a^b K(xy)\,dy \sum_k \varphi_\nu(y)\lambda_\nu^2 \int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy$$
$$\leq \sqrt{\int_a^b K(xy)^2\,dy} \sqrt{\int_a^b \left[\sum_k \varphi_\nu(y)\lambda_\nu^2 \int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy\right]^2 dy}.$$

On a

$$\int_a^b \left[\sum_k \varphi_\nu(y)\lambda_\nu^2 \int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy\right]^2 dy$$
$$= \sum_k \lambda_\nu^4 \left[\int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy\right]^2 \leq \sum_n^\infty \lambda_\nu^4 \left[\int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy\right]^2,$$

et, par suite,

$$\sum_n^{n+m} \lambda_\nu\,\varphi_\nu(x) \int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy \leq 2\sqrt{\int_a^b K(xy)^2\,dy} \sqrt{\sum_n^\infty \lambda_\nu^4 \left[\int_a^b f(y)\,\varphi_\nu(y)\,dy\right]^2}.$$

Donc la série de Fourier

$$F(x) = \sum_{n=1}^\infty \lambda_n\,\varphi_n(x) \int_a^b f(y)\,\varphi_n(y)\,dy$$

sera uniformément convergente et $F(x)$ sera continue. Cette solution sera, dans l'espace ψ, la seule qui est continue.

L'ensemble des solutions de l'équation (1) consiste en la fonction trouvée $F(x)$ augmentée d'une fonction de l'ensemble des fonctions qui sont orthogonales au système ψ. Ce dernier ensemble se détermine par une méthode toute analogue à celle qu'a employée M. Erhard Schmidt(1) pour un problème analogue.

---

(1) *Palermo Rend.*, t. XXV, 1908, nos 10 et 11.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements procédant suivant les polynomes hypergéométriques.* Note de M. **Nicolas Kryloff**, présentée par M. Émile Picard.

Le problème de la possibilité du développement d'une fonction, dite *arbitraire*, d'une variable réelle peut être posé comme il suit : On forme une série dont la convergence absolue et uniforme est d'avance assurée, moyennant certaines conditions, et puis on tâche de profiter de l'arbitraire qui intervient dans la série pour l'identifier terme à terme avec le développement, supposé possible, qui représenterait la fonction qu'il s'agit de développer. Ce point de vue paraît d'autant plus légitime que le développement en question, une fois possible, a toujours une forme unique, comme on sait, et d'autre part la suite des polynomes (les limites des intégrales intervenant étant finies) forme un système fermé.

Partons de la série (1)

$$\sum \int_a^b \varphi(x) f(x, z)\, \Phi_n(x)\, dx \int_a^b \varphi(x)\, \psi(x)\, \Phi_n(x)\, dx,$$

absolument et uniformément convergente aux conditions toutefois que

$$(1) \qquad \int_a^b \varphi(x) \overline{f(x, z)}^2\, dx < \mathrm{M} \quad \text{et} \quad \int_a^b \varphi(x)\, \Phi_m(x)\, \Phi_n(x)\, dx = 0 \quad \text{si} \quad m \neq n,$$

et envisageons par exemple les polynomes de Jacobi, vérifiant l'équation différentielle

$$(1 - x^2)\mathrm{U}_m'' + [\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x]\mathrm{U}_m' + m(m - 1 + \alpha + \beta)\mathrm{U}_m = 0;$$

une combinaison facile nous donne

$$(2) \qquad \frac{\mathrm{U}_m}{\lambda_m} = \frac{d(p_1 \mathrm{U}_m')}{p\, dx},$$

p et p_1 étant des fonctions très simples de x. Intégrons entre -1 et z; remarquons que la constante d'intégration se trouve égale à zéro, et posons

$$\int_{-1}^{z} p\, \mathrm{U}_m\, dx = \int_{-1}^{+1} f(x, z)\, \Phi_m(x)\, dx \qquad [\text{on a fait entrer } \varphi(x) \text{ dans } \Phi_m(x)].$$

(1) Schmidt, *Mathematische Annalen*, t. LXIII.

Prenons $f(x, z) = 0$ si $x > z$ et $f(x, z) = f(x)$ si $x < z$; un calcul immédiat donne alors

$$\overline{f(x)}^2 = p(x) = (1+x)^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}$$

et la condition (1) est satisfaisante si α et β sont > 0. D'autre part, on a (1)

$$\frac{dU_m}{dx} = mU^1_{m-1}; \tag{3}$$

donc nos considérations seront valables pour les polynomes de Jacobi, dont les paramètres sont plus grands que *un*.

Pour l'identification des coefficients, il faut s'appuyer sur un théorème de Riesz, lequel affirme l'existence effective d'une fonction donnée par les coefficients de Fourier si la somme des carrés de ces coefficients forme une série convergente. En se rapportant à notre cas, il faut affirmer l'existence de $\psi(x)$, telle que

$$\int_{-1}^{+1} \psi(x)\Phi_m(x)\,dx = (m+\alpha+\beta-1)\int_{-1}^{+1} F(x)p_1(x)U'_{m-1}\,dx = (m+\alpha+\beta-1)A_m;$$

or l'intégration par partie en combinaison avec (3) donne, vu la forme de $p_1(x)$, que $A_m = \frac{C_m}{m}$, ou C_m est le coefficient de Fourier de la fonction $\frac{d[F(x)p_1(x)]}{p(x)\,dx}$; donc pour que $\Sigma C_m^2 = \Sigma A_m^2 m^2$ forme une série convergente, ce qui est notre but, les conditions restrictives pour la fonction $F(x)$ s'imposent, et l'on peut énoncer le théorème :

Toute fonction continue intégrable et de carré intégrable, ainsi que sa première dérivée entre -1 *et* $+1$, *se développe en série absolument et uniformément convergente, procédant suivant les polynomes de Jacobi, dont les paramètres* α *et* β *sont plus grands que un.*

Un raisonnement analogue, convenablement modifié, nous montre la possibilité du développement suivant les polynomes de Jacobi dont les paramètres α, β sont compris entre 0 et 1, à la condition toutefois que ledit développement soit valable en un certain point entre -1 et $+1$; les conditions imposées à $F(x)$ seront ici moins restrictives : il suffit que $F(x)$ *soit intégrable et de carré intégrable.*

Les polynomes de Jacobi n'ont été choisis qu'à titre d'exemple, car

(1) Possé, *Recherches sur les fractions continues algébriques*, p. 50.

toujours l'équation différentielle hypergéométrique donne le moyen de construire la combinaison analogue à (2), et d'autre part on a, comme on sait,

$$\frac{d\mathrm{F}}{dx} = \frac{\alpha\beta}{\gamma}\mathrm{F}(\alpha+1, \beta+1, \gamma+1),$$

ce qui permet de refaire la démonstration dans chaque cas particulier; pour les polynomes de Legendre, par exemple, tout cela se simplifie singulièrement à cause de ce qu'on a ici $p(x)=1$. Il va sans dire que la portée de la méthode est bien plus générale, et même la plupart des restrictions, imposées à la fonction qu'il s'agit de développer, pourront être levées probablement dans une large mesure; on peut espérer, par exemple, établir par cette voie la possibilité du développement procédant suivant les fonctions orthogonales signalées pour la première fois par M. Appell (*Comptes rendus*, 1879).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation d'une fonction arbitraire par une intégrale définie.* Note de M. **Michel Plancherel**, présentée par M. Émile Picard.

1. A côté des développements d'une fonction en séries de fonctions orthogonales, qui ont fait l'objet de nombreuses et profondes recherches, se placent des représentations d'une fonction par des intégrales définies. Le type le plus simple de ces développements

$$f(s) = \int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{B}} d\mu\, \varphi(s,\mu) \int_a^b f(t)\,\varphi(t,\mu)\,dt \qquad (1)$$

donne, lorsque $\mathrm{A}=a=0, \mathrm{B}=b=\infty, \varphi(s,\mu)=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\cos s\mu$, une formule bien connue de Fourier. Jusqu'à ces dernières années, notre connaissance de ces *représentations intégrales* était bornée à celle de quelques cas particuliers tels que les intégrales de Fourier et de Bessel ; les méthodes employées pour les établir donnaient essentiellement des formules de la forme

$$f(s) = \lim_{n=\infty} \int_a^b f(t)\,\psi(t,n)\,dt;$$

de ces formules on déduisait ensuite les représentations intégrales de la forme (1), grâce à des propriétés très particulières des fonctions considérées. Cette manière de procéder semble difficilement susceptible de généralisation ;

elle a, en tout cas, l'inconvénient de masquer la structure de $\varphi(s, \mu)$ et les propriétés essentielles des deux transformations fonctionnelles successives qui constituent le second membre de (1). Cette structure et ces propriétés ont été pour la première fois mises en évidence par la théorie des équations intégrales singulières, pour lesquelles la méthode de Fredholm n'est plus applicable. On peut d'ailleurs les obtenir sans avoir recours à cette théorie, comme nous allons le montrer sur le cas simple du type (1).

2. Soit Ω l'ensemble des fonctions de carré sommable, définies sur un intervalle fini ou infini (a, b). Une suite $[f_n(s)]$ de l'ensemble Ω converge en moyenne si l'intégrale de $(f_m - f_n)^2$ étendue à l'intervalle (a, b), tend vers zéro avec $\frac{1}{m}, \frac{1}{n}$; il existe alors dans Ω une fonction $f(s)$ unique, vers laquelle convergent une infinité de suites partielles $[f_{n_p}]$ extraites de la suite $[f_n]$; nous appellerons $f(s)$ la fonction *limite* de la suite $[f_n]$. Un sous-ensemble e de Ω est *fermé*, lorsqu'il contient les fonctions limites de toutes les suites $[f_n]$ de fonctions de e qui convergent en moyenne. Nous définirons maintenant une *transformation fonctionnelle linéaire* de e par les propriétés suivantes :

1° A toute fonction $f(s)$ de e la transformation fait correspondre une fonction $F(\mu)$ définie sur un intervalle (A, B), de carré sommable sur cet intervalle; 2° à $a_1 f_1(s) + a_2 f_2(s)$ correspond par la transformation $a_1 F_1(\mu) + a_2 F_2(\mu)$, F_1 et F_2 étant les transformées de f_1, f_2; 3° à toute suite $[f_p]$ convergeant en moyenne vers f correspond une suite $[F_p]$ convergeant en moyenne vers la transformée F de f. Il existe pour toute transformation fonctionnelle linéaire une fonction *génératrice* $\Phi(s, \mu)$, continue en s, μ, possédant des dérivées partielles $\frac{\partial \Phi}{\partial s}, \frac{\partial \Phi}{\partial \mu}$ de carré sommable, la première en s sur (a, b), la seconde en μ sur (A, B), telle que la transformée $F(\mu)$ de $f(s)$ soit donnée, en général, par la formule

$$F(\mu) = \frac{d}{d\mu} \int_a^b f(t) \frac{\partial \Phi(t, \mu)}{\partial t} dt,$$

$\Phi(s, \mu)$ n'est pas univoquement déterminé par ces propriétés.

$[\varphi_p(s)]$ étant un système orthogonal de fonctions relatif à l'intervalle (a, b), nous désignerons par $[f(s)]_\varphi$ {section de f par le système $[\varphi]$} la fonction limite de la suite $f_n = f_1 \varphi_1(s) + \ldots + f_n \varphi_n(s)$, où f_p désigne le coefficient de Fourier de f par rapport à φ_p. On démontre la proposition suivante :

$\Phi(s, \mu)$ *étant la fonction génératrice d'une transformation fonctionnelle*

linéaire transformant l'ensemble Ω *en un ensemble défini sur l'intervalle* (A, B), *la condition nécessaire et suffisante pour que l'on ait, pour toute fonction* $f(s)$ *de* Ω,

$$[f(s)]_\varphi = \frac{d}{ds}\int_A^B d\mu \frac{\partial \Phi(s,\mu)}{\partial \mu}\frac{d}{d\mu}\int_a^b f(t)\frac{\partial \Phi(t,\mu)}{\partial t}\,dt,$$

est que $\Phi(s,\mu)$ *puisse se mettre sous la forme*

$$\Phi(s,\mu) = h_1(s) + h_2(s) + \sum_p \int_{a_1}^{s} \varphi_p(s)\,ds \int_{A_1}^{\mu} \psi_p(\mu)\,d\mu,$$

où $[\psi_p(\mu)]$ est un système orthogonal de fonctions, relatif à l'intervalle (A, B); a_1, A_1 deux valeurs finies situées dans les intervalles (a, b), (A, B); $h_1(s)$, $h_2(\mu)$ des fonctions continues quelconques possédant des dérivées de carré sommable.

Si $\Phi(s,\mu)$ admet une dérivée $\frac{\partial^2 \Phi}{\partial s\,\partial \mu} = \varphi(s,\mu)$, sommable superficiellement dans toute portion finie de l'aire $a \leqq s \leqq b$, $A \leqq \mu \leqq B$, telle que

$$\int_{a_1}^{s}\int_{A_1}^{\mu} \varphi(s,\mu)\,ds\,d\mu = \Phi(s,\mu) - \Phi(a_1,\mu) - \Phi(s,A_1) + \Phi(a_1,A_1),$$

et si de plus : 1° il existe dans (a, b) une suite d'ensembles $e_1, e_2, \ldots$, dont chacun contient le précédent, leur ensemble limite ne différant de l'intervalle (a, b) qu'aux points d'un ensemble de mesure nulle, sur lesquels $\varphi(s,\mu)$ est, en général, de carré sommable en s; 2° il existe de même dans (A, B) une suite analogue d'ensembles $E_1, E_2, \ldots$, sur lesquels $\varphi(s,\mu)$ est en général de carré sommable en μ, on obtient la proposition suivante :

Pour toute fonction $f(s)$ *de* Ω, *il existe deux suites d'ensembles* $e_{n_1}, e_{n_2}, \ldots$; $E_{m_1}, E_{m_2}, \ldots$, *contenus dans les suites* $[e_n]$, $[E_n]$, *telles que, uniformément en général,*

$$[f(s)]_\varphi = \lim_{p=\infty}\int_{E_{m_p}} d\mu\,\varphi(s,\mu)\lim_{q=\infty}\int_{e_{n_q}} f(t)\,\varphi(t,\mu)\,dt.$$

Si pour d'autres suites d'ensembles (e'_n), (E'_m) les limites indiquées par la formule précédente existent, la fonction ainsi déterminée est identique, en général, à $[f(s)]_\varphi$.

Ce résultat montre la véritable signification des représentations intégrales, à savoir d'être l'opération successive de deux transformations fonctionnelles linéaires, inverses l'une de l'autre pour un certain sous-ensemble de Ω.

3° Les méthodes de Weyl relatives à la convergence des séries de fonc-

tions orthogonales s'étendent à la convergence des représentations intégrales. Supposons, pour simplifier $a = 0$, $b = 1$, $A = 0$, $B = \infty$. Sur $\varphi(s, \mu)$ faisons encore l'hypothèse qu'à tout nombre positif $\varepsilon < 1$ nous pouvons faire correspondre un ensemble A_ε, intérieur à l'intervalle $(0,1)$, de mesure $1 - \varepsilon$, sur lequel $|\varphi(s, \mu)| < M_\varepsilon$, pour toute valeur de μ, M_ε étant fini pour tout $\varepsilon > 0$. $F(\mu)$ *étant maintenant une fonction de carré sommable dans* $(0, \infty)$, *telle que*

$$\int_0^\infty \sqrt[3]{\mu}\,[F(\mu)]^2\,d\mu$$

soit finie, la limite

$$\lim_{\mu = \infty} \int_0^\mu F(\mu)\,\varphi(s, \mu)\,d\mu$$

converge uniformément en général sur $(0, 1)$ *et y représente une fonction de carré sommable.*

Une application immédiate de ce théorème à l'intégrale de Fourier, montre que pour toute fonction $f(s)$ de carré sommable monotone non croissante, telle que $\lim_{s = \infty} f(s) = 0$, ou pour toute fonction différence de deux telles fonctions, l'on a, en général,

$$f(s) = \frac{2}{\pi} \lim_{\mu = \infty} \int_0^\mu d\mu \cos s\mu \lim_{t = \infty} \int_0^t f(t) \cos t\mu\,dt.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des intégrales irrégulières des équations différentielles linéaires.* Note de M. **Richard Birkeland**, présentée par M. Émile Picard.

1. Désignons par $P_0, P_1, \ldots, P_n$ des développements convergents suivant les puissances de x et $\frac{1}{x}$, et par $E_0, E_1, \ldots, E_n$ certaines fonctions auxiliaires simples (par exemple de la forme $e^{-\frac{\gamma}{x^\alpha}}$, α et γ étant positifs) positives ou nulles lorsque la variable réelle x du côté positif tend vers zéro (1), et telles que les produits $P_i E_i = Q_i$ tendent vers une limite finie lorsque x tend vers zéro. En particulier, nous supposerons $\lim Q_0 \neq 0$. Cela posé, considérons l'équation différentielle linéaire

$$P_0 y^{(n)} = P_1 y^{(n-1)} + P_2 y^{(n-2)} + \ldots + P_n y \tag{1}$$

(1) Nous supposerons toujours x positif et tendant vers zéro du côté positif.

dont nous allons chercher les intégrales au voisinage de l'origine. En introduisant $P_i = E_i^{-1} Q_i$ et en multipliant par x et par le plus petit commun multiple des E_i, nous avons, après avoir divisé par Q_0,

$$E\frac{dy_1}{dx} = T_1 y_1 + T_2 y_2 + \ldots + T_n y_n, \qquad \frac{dy_i}{dx} = y_{i-1} \qquad (i = 2, 3, \ldots, n),$$

en désignant pour la symétrie y par y_n. Le produit $\frac{1}{x}E$ sera donc le plus petit commun multiple des E_i' divisé par E_0, et ce produit nous le supposerons tendant vers zéro avec x, car, dans le cas contraire où $\frac{1}{x}E$ tend vers une limite finie différente de zéro, les intégrales de l'équation (1) peuvent être trouvées par des méthodes classiques, par exemple par des approximations successives. Les T_i sont des fonctions de x s'annulant avec x, et, pour x suffisamment petit, $|T_i| < M_0 x (i = 1, 2, \ldots, n)$, M_0 étant une constante positive.

En posant $y_i = z_i e^{-\int_{x'}^{x} E^{-1} dx}$, notre système sera

$$E\frac{dz_1}{dx} - z_1 = \omega(T_1 z_1 + \ldots + T_n z_n), \qquad E\frac{dz_i}{dx} - z_i = \omega E z_{i-1} \qquad (i = 2, 3, \ldots, n),$$

en faisant $\omega = 1$. Pour satisfaire à ce système posons

$$z_i = \omega\varphi_1^{(i)} + \omega^2\varphi_2^{(i)} + \ldots + \omega^p\varphi_p^{(i)} + \ldots$$

et comparons les termes de même puissance de ω. De proche en proche nous trouverons

$$(2) \qquad \varphi_1^{(i)} = e^{-t}, \qquad \varphi_p^{(i)} = e^{-t}\int_{x_i} \psi_p^{(i)} e^t \frac{dx}{E} \qquad (p = 2, 3, \ldots, n), \qquad t = -\int_{x'}^{x} \frac{dx}{E},$$

les x', x_1, x_2, ..., x_n étant des constantes arbitraires positives, et $\psi_p^{(i)}$ une expression linéaire de $\varphi_{p-1}^{(1)}, \varphi_{p-1}^{(2)}, \ldots, \varphi_{p-1}^{(n)}$. La fonction t tend vers zéro avec x, car, en désignant par $\alpha\,(>1)$ une quantité positive telle que $\frac{1}{E} > \frac{1}{x^\alpha}$ pour x suffisamment petit, l'intégrale

$$\int_{x'}^{x}\left(\frac{1}{E} - \frac{1}{x^\alpha}\right)dx = \left(\frac{1}{E(\xi_0)} - \frac{1}{\xi_0^\alpha}\right)(x - x') < 0,$$

entre x et x' ($x < x'$ et x' suffisamment petit). Donc $-t = \int_{x'}^{x} \frac{dx}{E}$ tend vers $-\infty$ lorsque x tend vers zéro.

2. Soit $f(z)$ une fonction continue réelle de la variable réelle z s'annulant

avec z. D'après le théorème de la moyenne, nous avons

$$I = e^{-t}\int_{x_i}^{x} f(z)\, e^{t}\frac{dx}{E} = e^{-t} f(\xi)\int_{x_i}^{x} e^{t}\frac{dx}{E} = f(\xi)\,(-1 + e^{-t+t_i}),$$

ξ étant compris entre x_i et x $(x < x_i)$ et t_i la valeur de t pour $x = x_i$, et pour x_i suffisamment petit,

$$|I| \leqq |f(\xi)| \leqq |f(x_i)| \leqq |f(x_0)|,$$

en désignant par x_0 le plus grand des x_i. En appliquant cela de proche en proche aux intégrales (z) nous trouverons, en remplaçant dans $\Psi_p^{(i)}$ les coefficients complexes des coefficients des T_i par leurs valeurs absolues

$$(2) \qquad |\varphi_1^{(i)}| \leqq M_0 x_0, \qquad |\varphi_p^{(i)}| \leqq |\psi_p^{(i)}(x_0)| \qquad (p = 2, 3, \ldots, n).$$

Donc en calculant une suite de fonctions $R_1^{(i)}$, $R_2^{(i)}$, ..., successivement par les formules

$$R_1^{(i)} = M_0 x_0, \qquad R_2^{(i)} = \psi_2^{(i)}(R_1^{(i)}), \ \ldots, \ R_p^{(i)} = \psi_p^{(i)}(R_{p-1}^{(i)}), \ \ldots \qquad (i = 1, 2, \ldots, n);$$

il suffit de démontrer la convergence des séries

$$R_1^{(i)}\omega + R_2^{(i)}\omega^2 + \ldots \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

pour des valeurs de x_0 suffisamment petites. Pour cela comparons ces séries avec les développements

$$Y_i = \omega\theta_1^{(i)} + \omega^2\theta_2^{(i)} + \ldots,$$

satisfaisant au système :

$$Y_i = \omega(M_0 x_0 + M_0 x_0 Y_1 + M_0 x_0 Y_2 + \ldots + M_0 x_0 Y_n).$$

En comparant les termes de ω^p nous trouverons pour $\theta_p^{(i)}$ une expression tout à fait analogue au $R_p^{(i)}$ où seulement les fonctions T_i seront remplacées par $M_0 x_0 > |T_i|$. Donc $\theta_p^{(i)} > |R_p^{(i)}|$. Mais nous verrons que $y_1 = y_2 = \ldots = y_n$ et par conséquent $y_i = M x_0 \omega (1 - n M x_0 \omega)^{-1}$ qui sera développé suivant les puissances de ω en choisissant $n M x_0 \omega < 1$; c'est toujours possible pour des valeurs de x, x_1, x_2, ..., x_n suffisamment petites. Pour $\omega = 1$ et $n M x_0 < 1$ nos développements de z_i seront convergents. Mais ils s'annulent aussi lorsque x du côté positif tend vers zéro. En effet, il suffit de démontrer que l'intégrale I tend vers zéro, et cette intégrale sera de la forme $0.\infty$ pour $x = 0$, et comme nous avons prouvé que $0.\infty$ sera fini $[|I| \leqq |f(x_0)|]$, on peut appliquer la théorie des expressions de la forme $\frac{0}{0}$ et démontrer sans

peine que I tend vers zéro parce que $f(z)$ tend vers zéro. De la même manière, on peut démontrer de proche en proche que les φ tendent vers zéro. Comme nous avons

$$y_n = y = z_n e^{-\int E^{-1} dx},$$

l'intégrale de l'équation (1) sera

$$y = e^{-\int_{x'}^{x} E^{-1} dx} [\varphi_1^{(n)} + \varphi_2^{(n)} + \ldots + \varphi_p^{(n)} + \ldots],$$

où la série convergente $\varphi_1^{(n)} + \varphi_2^{(n)} + \ldots$ contient n constantes arbitraires $x_1, x_2, \ldots x_n$ et tend vers zéro lorsque x du côté positif tend vers zéro.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'autorotation.* Note (1) de M. **A. Etévé**, présentée par M. H. Deslandres.

Lorsqu'un disque immobile est placé dans un courant d'air dont la direction est normale à son plan, il se forme, en arrière et sur l'axe, un courant secondaire dirigé en sens inverse du courant principal ; ce courant secondaire s'épanouit au voisinage de la surface et se mêle au courant principal lorsqu'il arrive aux environs des bords du disque. Le même phénomène s'observe dans le plan de symétrie des surfaces allongées immobiles.

Lorsque la surface est inclinée par rapport au courant d'air, l'axe du courant secondaire est rejeté du côté du bord de la sortie et les filets d'air déviés vers l'avant de la surface sont plus longtemps en contact avec celle-ci que les filets déviés en sens contraire ; au voisinage du bord d'attaque, en particulier, la vitesse de ces filets d'air s'accélère et l'action due au frottement y est plus importante que partout ailleurs.

Lorsqu'on prend une surface plane formée de deux secteurs opposés par le sommet, mobile autour d'un axe perpendiculaire au plan de la surface et passant par le sommet des secteurs, M. Riaboutschinsky a montré que cet appareil, ayant reçu une certaine impulsion initiale, continue à tourner indéfiniment dans un courant d'air normal au plan des secteurs, quel que soit le sens de l'impulsion, pourvu que les bords de la surface soient taillés en biseau, ceux-ci étant placés du côté où va le vent. Ces phénomènes d'auto-

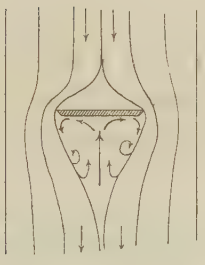
(1) Présentée dans la séance du 31 janvier 1910.

rotation sont attribués généralement à la forme du bord d'attaque : il est facile de voir qu'ils sont dus au frottement de l'air sur le dos des secteurs.

On constate, dans l'expérience de M. Riaboutschinsky, comme dans le cas du disque plein, l'existence d'un courant secondaire, dirigé en sens contraire du courant principal; mais au voisinage de la surface, les filets ne s'échappent plus suivant les rayons du disque, ils reçoivent un mouvement de torsion dirigé en sens contraire de la rotation.

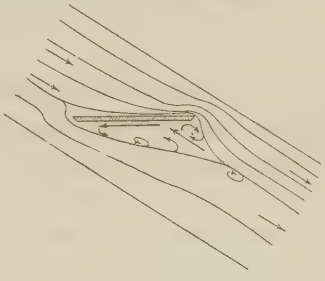
La vitesse relative du courant d'air reçu par un élément d'un secteur est représenté en grandeur et en direction par la résultante W de la vitesse V du vent et de la vitesse V_1, opposée à la vitesse de l'élément considéré ; par suite, celui-ci est frappé sous un angle très faible quand V_1 est grande, et sous l'influence de la surface les filets d'air sont déviés sensiblement parallèlement au plan de cette surface. L'observateur qui regarde le mouvement du disque voit ces filets comme s'ils étaient animés d'une vitesse égale, au maximum, à la différence $W - V_1$ et dirigée dans le sens du courant d'air relatif, c'est-à-dire dans le sens contraire de la rotation. Pour ne pas retarder le mouvement, le biseau du bord d'attaque doit évidemment être très aigu et placé au dos des secteurs.

Fig. 1.



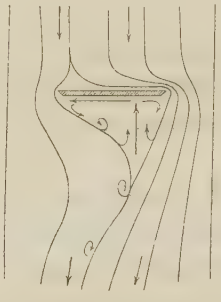
Surface immobile normale au courant d'air.

Fig. 2.



Surface immobile inclinée sur le courant d'air.

Fig. 3.



Surface se déplaçant vers la gauche dans un courant d'air normal à son plan.

En arrière de la surface et dans son voisinage immédiat il existe des courants dirigés dans le sens de la rotation que l'examen direct ne met pas en évidence à cause de la petitesse des angles d'attaque, mais si l'on augmente le coefficient de frottement de la surface arrière des secteurs, on constate que l'appareil tourne aussi facilement que si la surface est lisse; au contraire, si l'on augmente le frottement de l'air sur la surface antérieure, l'appareil ne tarde pas à s'arrêter.

L'expérience de M. Riaboutschinsky n'est, en somme, qu'une façon élégante de montrer que la résultante des pressions supportées par une

surface plane est légèrement inclinée vers le bord d'attaque lorsque l'angle d'attaque est très petit.

Quand l'air frappe obliquement un des secteurs, l'autre étant soustrait à l'action du vent, on constate, en effet, que le secteur se met en mouvement en sens contraire du courant d'air lorsque l'angle d'attaque devient inférieur à une certaine valeur (1). M. Riaboutschinsky réalise la même expérience en approchant d'un des secteurs une plaque recourbée en angle droit, l'un des plans de la plaque étant dirigé vers le secteur et l'autre dans la direction du courant d'air. En résumé, la composante dirigée dans le sens du mouvement paraît être la conséquence du frottement de l'air sur le dos de la surface, vers le bord d'attaque principalement, frottement dont l'importance croît à mesure que l'angle d'attaque diminue, tandis que le frottement retardateur de l'air sur la face attaquée diminue dans les mêmes conditions.

Ces phénomènes d'autorotation peuvent donc améliorer le rendement des hélices : le côté des pales frappé par l'air doit être le plus lisse possible, tandis que le côté opposé peut être rugueux, principalement aux environs du bord d'attaque ; il y a donc avantage à faire des stries longitudinales peu profondes sur le dos des hélices tournant à grande vitesse.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation de l'inertie de l'électron en fonction de la vitesse dans les rayons cathodiques et sur le principe de relativité.* Note (2) de MM. **C.-E. Guye** et **S. Ratnovsky**, présentée par M. Lippmann.

Nos expériences ont été effectuées sur les rayons cathodiques par la méthode de déviation électrique et magnétique, qui a l'avantage de ne pas nécessiter la mesure exacte d'énormes différences de potentiel (3).

Comme source de rayons cathodiques, nous avons utilisé le courant d'un alternateur haute fréquence (1000 à 1200 périodes à la seconde) transformé par une bobine d'induction (méthode indiquée par M. Villard). Dans ces conditions, en plaçant une soupape sur le secondaire, on obtient un faisceau qui, sous l'action d'un champ électrique ou magnétique, est étalé en un

(1) Le mouvement est d'autant plus rapide que la surface arrière oppose plus de résistance au glissement de l'air.

(2) Présentée dans la séance du 10 janvier 1910.

(3) La méthode de M. Hupka (électrons produits dans le phénomène de Hertz) nécessite la mesure d'une différence de potentiel de plus de 80000 volts avec une précision supérieure à 1 pour 100.

spectre dont la partie la moins déviée est en même temps la plus lumineuse; elle correspond aux rayons de plus grande vitesse sur lesquels on effectuera le pointé. Une diminution de la tension de l'alternateur réduit d'ailleurs ce spectre à une tache à peu près circulaire, mais cette condition n'est nullement indispensable à un pointé exact.

Grâce à la régularité de l'émission cathodique, on peut dans ces conditions, par les dispositifs habituels, effectuer des mesures successives et alternées de déviation électrique et magnétique, et, en poussant le vide autant que possible, expérimenter sur des rayons cathodiques dont la vitesse atteint presque la moitié de celle de la lumière.

Méthode de trajectoires identiques. — Pour rendre les mesures aussi comparables que possible, nous avons toujours expérimenté à *déviation constante,* nous assurant qu'avec notre dispositif les rayons doux et les rayons durs qu'il s'agissait de comparer suivaient rigoureusement ou pratiquement des trajectoires identiques (¹). Dans ce cas, les deux sortes de rayons traversent des *champs semblables*, et l'on peut sans inconvénient expérimenter sur de plus grandes déviations ($2y = 4^{cm}$ dans nos expériences). Les déviations électriques et magnétiques sont alors données par les relations connues :

	Tube mou.		Tube dur.	
Déviation électrique.....	(1)	$y = \frac{[A]\varepsilon V}{\mu v^2}$	(3)	$y = \frac{[A]\varepsilon V'}{\mu' v'^2}$
Dérivation magnétique...	(2)	$y = \frac{[B]\varepsilon I}{\mu v}$	(4)	$y = \frac{[B]\varepsilon I'}{\mu' v'}$

D'où l'on tire

$$\text{(I)} \qquad \frac{\mu'}{\mu} = \frac{VI'^2}{V'I^2},$$

$$\text{(II)} \qquad \frac{v'}{v} = \frac{V'I}{VI'}.$$

Le rapport $\frac{\mu'}{\mu}$ se déduit des valeurs relatives de deux intensités et de deux différences de potentiel mesurées sur un même instrument dont la graduation a été soigneusement vérifiée.

Détermination de la vitesse v. — Pour comparer le résultat expérimental aux formules théoriques proposées, il est nécessaire de déterminer la valeur

(¹) Dans ce but nous avons annulé le champ terrestre par un dispositif de cadres parcourus par des courants. Nous ne reproduisons pas ici faute de place la démonstration de l'identité des trajectoires.

absolue de l'une des deux vitesses. Cette détermination revient à connaître l'une des constantes [A] ou [B] qui représentent les intégrales de champ et le rapport $\frac{\varepsilon}{\mu}$ [formules (1), (2), (3), (4)].

Dans ce but nous avons effectué trois séries de mesures en employant comme source de rayons cathodiques une machine électrostatique et en mesurant le potentiel de décharge.

En combinant la relation $U\varepsilon = \frac{1}{2}(\mu)v^2$ avec l'équation (1), on obtient

$$[A] = 2\frac{U}{V}\frac{\mu}{(\mu)}y_0 \ (^1).$$

Les résultats ont été :

U (²).	V.	[A].	
9330 volts	174,0 volts	212,6	
15444 »	282,6 »	214,6	213,3
13200 »	244,5 »	212,6	

Il importe de remarquer qu'une erreur de 1 pour 100 sur [A] a pour conséquence une erreur de 0,5 pour 100 sur v et sur v' [formules (I) et (II)] et qu'elle n'entraîne, dans les conditions de nos expériences, qu'une erreur d'environ 0,1 pour 100 sur la valeur $\left[\frac{\mu'}{\mu_0}\right]$ calculée par les formules de Lorentz ou d'Abraham.

Quant au rapport $\frac{\varepsilon}{\mu}$, nous avons pris comme base la valeur $\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1,878 \times 10^7$ (Simon), mais en lui substituant la valeur $\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1,77 \times 10^7$ (Classen). La différence qui en résulterait sur $\left[\frac{\mu'}{\mu_0}\right]$ ne serait que de 0,6 pour 100 environ dans nos expériences.

Résultats. — Nous avons effectué jusqu'ici 27 séries de mesures. Afin de les grouper en un seul Tableau qui réunisse les expériences faites à des vitesses voisines, nous avons pour chaque série (v et v' étant connus), calculé, par les formules de Lorentz et d'Abraham, les rapports $\left[\frac{\mu}{\mu_0}\right]$ et $\left[\frac{\mu'}{\mu_0}\right]$. On en déduisait alors

$$\frac{\mu'}{\mu_0} = \frac{\mu'}{\mu}\left[\frac{\mu}{\mu_0}\right].$$

(¹) On sait que la masse (μ) dans la solution $U\varepsilon = \frac{1}{2}(\mu)v^2$ diffère un peu de la masse transversale μ [formule (1)].

(²) L'électromètre mesurant le potentiel U a été comparé à un électromètre absolu.

Le Tableau suivant permet de comparer $\frac{\mu'}{\mu_0}$ à la valeur calculée $\left(\frac{\mu'}{\mu_0}\right)$ dans les deux hypothèses. Chaque chiffre est la moyenne de trois séries d'expériences :

Vitesse des rayons.	Hypothèses de Lorentz. $\frac{\mu'}{\mu_0}$.	Hypothèses de Lorentz. $\left[\frac{\mu'}{\mu_0}\right]$.	Hypothèses de Lorentz. Différences.	Hypothèses d'Abraham. $\frac{\mu'}{\mu_0}$.	Hypothèses d'Abraham. $\left[\frac{\mu'}{\mu_0}\right]$.	Hypothèses d'Abraham. Différences.
80 845.....	1,045	1,038	+0,007	1,040	1,030	+0,010
96 375.....	1,066	1,056	+0,010	1,060	1,044	+0,016
111 610.....	1,072	1,077	—0,005	1,065	1,061	+0,004
119 050.....	1,082	1,089	—0,007	1,074	1,071	+0,003
123 940.....	1,115	1,098	+0,017	1,105	1,078	+0,027
126 570.....	1,114	1,103	+0,011	1,106	1,082	+0,024
135 220.....	1,133	1,120	+0,013	1,125	1,094	+0,031
141 180.....	1,136	1,133	+0,003	1,127	1,103	+0,024
147 000.....	1,160	1,147	+0,013	1,151	1,113	+0,038

Il résulte de ces chiffres que des deux formules proposées, celle de Lorentz paraît seule donner des résultats compatibles avec l'expérience. Les divergences avec la formule d'Abraham atteignent presque 4 pour 100, alors qu'avec la formule de Lorentz elles sont d'environ 1 à 2 pour 100. En outre, sur les 27 séries d'observations, l'expérience donne 16 écarts positifs et 11 écarts négatifs (formule de Lorentz) pour 26 écarts positifs et 1 écart négatif (formule d'Abraham).

Comme dans les mesures de M. Bucherer et de M. Hupka, le principe de relativité se trouve en accord avec l'expérience.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de flamme à haute température du fer.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. H. Deslandres.

Nous avons exposé, dans ces *Comptes rendus*, les résultats que nous a fournis l'examen du spectre du fer émis par des flammes de diverses natures. Nous complétons aujourd'hui cette étude par quelques remarques relatives au spectre que donne de ce métal la flamme du chalumeau oxy-acétylénique.

Nous nous sommes servis de la même méthode que pour les autres flammes, c'est-à-dire que l'oxygène alimentant le chalumeau traversait un ballon, au centre duquel éclatait, entre des électrodes de fer, une étincelle de capacité. Comme nous l'avons déjà observé pour le spectre du calcium,

le cône de la flamme oxyacétylénique n'émet pas un spectre qui en soit caractéristique : il ne donne même pas toutes les raies qui se trouvent dans la flamme, seules les plus fortes de celles-ci sont également visibles dans le cône.

Ayant des raisons de croire que toutes ces raies ont une origine thermique, nous pourrions peut-être expliquer la non-présence, dans le cône, de certaines d'entre elles, par le fait que, à cause de la forte pression des gaz employés et de la petitesse de l'orifice du chalumeau, le fer, très divisé, entraîné, traverse les parties intérieures de la flamme avec une vitesse assez grande pour que la chaleur n'ait pas le temps d'exercer sur lui son action dissociante.

L'identification des raies a été faite à la machine à diviser, à l'aide d'un spectre de comparaison qui était celui de l'étincelle de self-induction du fer. Si l'on compare les spectres du fer que donnent les diverses flammes à celui de la flamme oxyacétylénique, on trouve que ce dernier est à peu près le même que celui émis par le chalumeau oxhydrique (1), sauf qu'avec l'emploi de l'acétylène, l'intensité de toutes les raies se trouve augmentée à tel point qu'une pose de 10 minutes suffit pour obtenir l'image d'un spectre bien développé.

Ce spectre présente une particularité intéressante : on y constate l'apparition de traces de quelques-unes des raies qui sont caractéristiques du cône bleu du bec Bunsen, que ce cône émet exclusivement, et qui font partie de ce que nous avons appelé le *spectre supplémentaire* (2). Dans le cône bleu, ces raies sont dues à des actions autres que thermiques. Il est évidemment possible que les raies de ce spectre puissent être produites également par des actions purement calorifiques, *mais très énergiques*, et qu'alors la température du chalumeau oxyacétylénique soit voisine de celle qui est nécessaire à leur émission. Le Tableau suivant donne les longueurs d'onde de ces raies particulières que nous avons observées :

	Intensités relatives.	
λ	Flamme oxyacétylénique.	Cône du bec Bunsen.
3883,39.....	0,5	1
3935,92.....	00	3 (raie renforcée)
4172,20.....	0	0

(1) *Comptes rendus*, 11 mai 1908.

(2) *Comptes rendus*, 21 avril 1908.

λ	Intensités relatives. Flamme oxyacétylénique.	Cône du bec Bunsen.
4233,76	00	2
4447,85	00	0
4528,78	0,5	1
4890,89	00	3
4891,62		
4919,11	0	3
4920,63		
4957,43	0	4
4957,80		

Toutes ces raies s'obtiennent aisément dans le cône du bec Bunsen, mais, comme on peut s'en rendre compte d'après les intensités qui figurent ci-dessus, elles ne sont émises qu'avec difficulté par la flamme oxyacétylénique. Il est intéressant de noter, parmi elles, la présence d'une raie renforcée (enhanced line de Lockyer), $\lambda = 3935,92$; toutes les autres raies de notre spectre oxyacétylénique sont, plus ou moins, des raies de basse température, lesquelles sont bien visibles dans toute la hauteur des diverses flammes que nous avons examinées jusqu'ici. Grâce à une communication particulière faite à l'un de nous par le Dr S.-A. King, de l'Observatoire du mont Wilson, nous avons été mis à même de comparer nos résultats avec ceux qu'il a obtenus dans le four électrique dont la température est du même ordre de grandeur que celle de notre flamme :

Raies absentes du four électrique ou ne s'y présentant que sous forme de faibles traces.	Intensités relatives dans la flamme oxyacétylénique.	dans le cône bleu de la flamme Bunsen.
3997,49	»	2
4118,62	»	2
4181,85	»	2
4187,17	0	2
4187,92		2
4191,57	00	1
4198,42	00	2
4199,19		2
4233,76	00	2
4236,09	0	4
4260,64	1	5

Comme on le voit, ces raies présentent le même caractère dans la flamme

oxyacétylénique que dans le four électrique, celui d'apparaître, dans les deux cas, seulement sous forme de traces, quand elles ne sont pas absentes. La troisième colonne du Tableau montre que, grâce à des actions spéciales, ces raies sont, au contraire, facilement émises par le cône bleu du bec Bunsen.

Le Tableau suivant, non moins significatif, indique que les raies bien visibles dans le four le sont aussi dans la flamme oxyacétylénique.

Raies de basse température bien visibles dans le four (King).	Intensités relatives dans la flamme oxyacétylénique.	Raies de basse température bien visibles dans le four (King).	Intensités relatives dans la flamme oxyacétylénique.
4132,15.....	3	4325,92.....	6
4143,50.....	4	4376,04.....	4
4143,96.....		4383,70.....	8
4202,15.....	4	4404,88.....	6
4271,30.....	6	4415,27.....	3,5
4271,93.....		4427,44.....	4
4307,96.....	6		

Nos résultats corroborent donc ceux de M. King en ce qui concerne l'origine thermique de la plupart de ces raies.

PHYSIQUE. — *Sur le radiochroïsme des corps organiques vis-à-vis des rayons* α, β *et* γ *du radium et des rayons* X. Note de M. **Guilleminot**, présentée par M. Villard.

Quand on fait agir les rayons X de diverses qualités sur les tissus, les effets biochimiques produits paraissent être fonction des quantités absorbées par unité d'épaisseur ou de masse, quantités que j'ai proposé d'appeler *doses efficaces*, quelle que soit la qualité de ce rayonnement.

Je me suis demandé si cette relation pouvait s'étendre aux rayons β du radium et même aux α, comme le faisaient prévoir quelques expériences de physiologie végétale que j'ai décrites antérieurement.

L'expérimentation est relativement simple, car il est inutile ici de dissocier par les champs magnétiques les trois rayonnements du radium, puisqu'il s'agit simplement d'apprécier la dose d'énergie globale absorbée par les couches successives de tissus.

D'une façon générale, voici à quoi se résument les données de ce gros

problème de biologie : quand on veut connaître la dose efficace agissant sur un élément plasmique, par exemple, situé derrière 2^{mm} de peau, de graisse, de tissu conjonctif, etc., il faut : 1° considérer les tissus interposés comme des filtres et étudier le rayonnement tel qu'il sort de ces filtres; 2° déterminer la courbe d'absorption de ce rayonnement à travers un corps homogène, semblable à la substance de l'élément plasmique considéré; 3° tirer de cette courbe, par graphique, la courbe des doses efficaces, qui en est la dérivée : $\frac{dq}{d\varepsilon}$ (q, quantité absorbée, ε, épaisseur traversée), ou courbe du pouvoir absorbant.

Cette courbe donne à son origine le pouvoir absorbant de l'élément considéré évalué, dans mon système de mesure fluorométrique, en unités M par millimètre.

Je vais indiquer ici le mode opératoire que j'ai employé pour déterminer le pouvoir absorbant du radium par les corps, par un procédé rapide utilisable en Biologie expérimentale. Je donnerai en même temps comme exemples les résultats relatifs à l'aluminium et à la paraffine, corps dont Benoist a déjà étudié le radiochroïsme vis-à-vis des rayons X.

Mode opératoire. — Je place au fond de mon fluoromètre un écran de platinocyanure de baryum, sans monture, c'est-à-dire fait de cristaux agglutinés par le collodion, sans doublure de bristol. Comme pour les mesures du rayonnement X, deux plages voisines sont irradiées, l'une par l'étalon de radium placé à 2^{cm} dans un tube de plomb, l'autre par le tube à rayons X, maintenu à régime constant par une flamme de chalumeau permanente à l'extrémité de son osmo. Le fluoromètre glisse sur des rails. Un ruban métrique donne les distances à l'anticathode.

Ici c'est le rayonnement X qui sert d'étalon. Devant le sel de radium étudié on fait passer les filtres d'épaisseurs croissantes de la substance à étudier. On note les distances, d, d', d'', auxquelles on doit se placer du centre de l'anticathode pour obtenir l'égalité de fluorescence des plages quand le radium est à nu, ou quand des filtres de $0^{mm},05$, $0^{mm},10$, $0^{mm},15$, ..., de différentes substances sont interposés (1). L'intensité du rayonnement est inversement proportionnelle aux carrés d^2, d'^2, d''^2, ... ou directement proportionnelle à $\frac{1}{d^2}$, $\frac{1}{d'^2}$, $\frac{1}{d''^2}$. On pourcente les résultats pour 100 unités initiales et l'on prend les moyennes d'une série d'observations.

Résultats expérimentaux. — Voici les résultats obtenus pour l'aluminium

(1) J'ai obtenu ces filtres pour la paraffine en trempant du papier de soie, très léger, dans de la paraffine fondue.

et la paraffine :

Épaisseur des filtres.	Quantités transmises. Aluminium.	Paraffine.
mm	M	M
0	100	100
0,05	80	86
0,10	66	77
0,15	54	67,5
0,20	45	59,5
0,25	38	53
0,30	33	48
0,35	»	42,5
0,40	26	38
0,45	»	34
0,50	22	30,5
0,60	18,7	27,5
0,70	16,1	24,7
0,80	13,9	23
0,90	12	21,5
1	10,3	20
1,5	3,7	13,8
2	»	9,5
2,5	»	6,8
3	»	4,8
3,5	»	3,5

Si j'ai choisi ces deux corps, c'est pour montrer leur profonde différence de radiochroïsme. Si l'on observe ce qui se passe de 0^{mm} à $0^{mm},50$ d'aluminium ou de 0^{mm} à $0^{mm},85$ de paraffine, on voit que les épaisseurs de ces deux corps capables d'absorber les mêmes doses globales de rayonnement sont dans le rapport de 5 à 8 environ : 5 d'aluminium équivaut à 8 de paraffine. Or ce sont les rayons α et β qui sont absorbés ; laissons les α de côté, ils sont si peu pénétrants qu'ils comptent à peine sur le réactif à la première mesure, mais ce sont les β mous et moyens qui imposent leur loi à la courbe. A partir de $0^{mm},50$ d'aluminium et $0^{mm},85$ de paraffine, on peut évaluer qu'il reste 15 à 20 pour 100 de rayons β et la totalité des γ : 10 pour 100. A partir de ce moment, le régime des β s'efface de plus en plus devant celui des γ, et l'on voit ce rapport $\frac{5}{8}$ diminuer rapidement, il a déjà dépassé $\frac{1}{2}$ à $1^{mm},5$ d'aluminium ($1^{mm},5$ d'aluminium équivaut à peu près à $3^{mm},5$ de paraffine). Si l'on compare l'aluminium à la paraffine dans la gamme X, on sait que $3^{mm},5$ de paraffine équivalent à peine à $0^{mm},2$ d'aluminium.

De ces considérations il résulte que la paraffine, qui en cela se rapproche des tissus organiques, possède, comparativement à l'aluminium, une puissance absorbante remarquablement élevée pour les α et les β du radium, et le

taux d'absorption millimétrique est considérable pour les premières couches traversées, d'où l'action si puissante du rayonnement du radium, même à faible dose, sur les premières couches épidermiques et les lésions superficielles quand il n'est pas filtré. La courbe de ces taux d'absorption millimétrique apporte une confirmation à la loi que j'énonçais au début de cette Note.

PHYSIQUE. — *Sur l'emission de charges électriques par les métaux alcalins.* Note de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. P. Villard.

M. J.-J. Thomson a décrit une expérience (1) dans laquelle le rubidium ou l'alliage liquide sodium-potassium émettaient des corpuscules négatifs même dans l'obscurité. Aucune indication n'étant donnée sur l'ordre de grandeur du phénomène observé et les détails de cette importante expérience, qui ne paraît pas, à ma connaissance, avoir été répétée, il n'est peut-être pas sans intérêt de communiquer les observations suivantes, qui confirment le fait énoncé et suggèrent une autre interprétation du phénomène :

L'appareil se compose d'un tube de verre dans lequel pénètrent deux fils de platine parallèles à l'axe du tube, et à 25^{mm} environ l'un de l'autre. L'un de ces fils est soudé directement à travers la paroi de verre; l'autre est soudé, au moyen d'une perle de cristal, sur l'extrémité d'un petit tube de platine qu'il traverse axialement et dont l'autre extrémité est soudée à la paroi du tube de verre. Cette électrode est reliée à une paire de quadrants d'un électromètre Curie, dont l'autre paire est au sol, ainsi que le petit tube de platine, qui sert ainsi d'anneau de garde; on peut obtenir, dans ces conditions, comme je l'ai montré précédemment (2), un excellent isolement. L'autre électrode est portée à un potentiel connu au moyen d'une batterie d'accumulateurs dont l'autre pôle est au sol. Sur l'extrémité du tube de verre opposée à celle par où sortent les électrodes, est soudé un tube étroit terminé par une petite ampoule contenant le rubidium. Ce métal (3) y est amené à l'état de pureté par distillation lente dans le vide de Crookes, et le tube a été séparé de la pompe à mercure après que, par chauffage et passage de la décharge, le vide se maintînt assez complet pour que la paroi de verre ne manifestât plus la fluorescence verte. Pendant le passage de la décharge, la paroi interne du tube se recouvre par projection cathodique d'une très légère couche trans-

(1) *Phil. Mag.*, t. X, 1905, p. 584.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 1120.

(3) Le rubidium brut que j'ai employé, déjà très pur, a été préparé par la méthode de M. Hackspill (réduction dans le vide du chlorure par le calcium) à qui j'en suis redevable.

parente de platine. Il en résulte que le potentiel du rubidium est toujours de même signe que celui de l'électrode non isolée et, à cause de la symétrie du tube, sensiblement égal à la moitié de celui de cette électrode. Ceci permet de séparer les charges émises directement par le métal et celles qui peuvent prendre naissance dans le gaz résiduel sous l'action des premières. Les corpuscules étant émis, en effet, sous des vitesses faibles, comme on le verra, on peut admettre, en première approximation, que l'électrode isolée n'en reçoit aucun si elle est négative; les charges qu'elle reçoit sont alors uniquement les charges $+q$ produites dans le gaz; quand elle est positive, au contraire, elle reçoit les charges négatives émises par le métal et, en outre, les charges $-q$ produites dans le gaz en même quantité qu'auparavant à cause de la disposition symétrique des électrodes par rapport au rubidium. La somme algébrique des courants recueillis dans les deux cas donnera donc la charge émise par le métal et parvenue à l'électrode isolée.

Pour faire les mesures, l'appareil était placé dans un tube de laiton noirci intérieurement et extérieurement, les connexions sortant à travers le couvercle par de très petits trous. Autour de ce tube en était un autre. Aucune lumière ne paraissait pouvoir parvenir au rubidium. D'ailleurs, la salle était plongée dans l'obscurité complète et le miroir de l'électromètre était éclairé au moyen d'une lampe électrique qu'on allumait pendant quelques secondes seulement pour faire les lectures. Par surcroît de précaution, cette lampe était enfermée dans une boîte dont les rayons ne pouvaient sortir que par une petite ouverture.

Voici ce qu'on observe : la sensibilité de l'électromètre étant telle qu'un déplacement de 1^{mm} par seconde sur l'échelle corresponde sensiblement à l'arrivée d'un courant de 2.10^{-13} ampère sur l'électrode isolée, on constate l'arrivée certaine de charges négatives sur cette électrode, quand le potentiel (négatif) du rubidium dépasse une vingtaine de volts. Ces charges augmentent de plus en plus vite quand le potentiel du métal augmente. Voici quelques nombres, à titre d'indication :

Potentiels du métal.	Courants.
volts	ampère
— 50	$0,8.10^{-14}$
— 60	$1,2.10^{-14}$
— 70	$3,0.10^{-14}$
— 80	$5,0.10^{-14}$
— 90	$9,0.10^{-14}$
—100	$17,0.10^{-14}$
—110	$60,4.10^{-14}$

Cette croissance rapide dans des champs faibles s'explique en supposant que les corpuscules sont émis par le métal dans toutes les directions et sous des vitesses faibles. Quand le champ électrique agissant sur eux augmente, un nombre de plus en plus grand atteint l'électrode isolée. On sait que

M. Lenard (1) a constaté le même phénomène pour les corpuscules émis par le zinc, sous l'influence de la lumière ultraviolette.

La plus faible lumière augmente le phénomène dans des proportions énormes. Si l'on fait passer à travers le tube, entre les électrodes, un faisceau de lumière large de 2^{mm}, haut de 10^{mm}, provenant d'un arc au mercure et filtré par 6^{mm} à 7^{mm} de verre, dirigé de telle sorte qu'aucun éclairement visible ne se produise, ni sur les électrodes, ni sur le métal, éloigné de plus de 5^{cm}, on obtient les résultats suivants (2) :

Potentiels du métal.	Courants.
volts	ampère
— 10	$14,6.10^{-10}$
— 20	27.10^{-10}
— 30	38.10^{-10}
— 40	$48,5.10^{-10}$

Le courant recueilli croît donc plus vite que le voltage du métal, mais à peu près linéairement. Il n'y a aucune trace de saturation.

Lorsque l'électrode isolée est positive et que son potentiel est inférieur à une centaine de volts, le courant est nul au degré de sensibilité employée. Si l'on double ce potentiel, l'ionisation par les chocs commence à se produire et des charges positives à parvenir sur l'électrode isolée.

L'action d'un champ magnétique perpendiculaire à la direction moyenne du faisceau diminue l'arrivée des charges négatives dans une proportion décroissante à mesure que le champ électrique augmente (50 pour 100 à 10 pour 100).

Dans cette opération, il semble certain qu'une certaine quantité de lumière, très faible pourtant, parvient au métal par réflexion diffuse. L'expérience suivante fait penser à l'action possible des rayonnements de grande longueur d'onde. Les petites ouvertures de la boîte de laiton utilisées dans l'expérience précédente furent masquées par deux demi-tubes de laiton placés extérieurement et noircis, dont le haut était encore protégé par des écrans. En revenant à l'emploi de l'électromètre sans capacité adjointe, j'ai constaté que le fait d'allumer un bec Auer à $1^{m},50$ environ doublait à peu près la quantité de charges négatives recueillies. On peut se demander si le

(1) *Ann. de Phys.*, t. II, 1900, p. 359. — Mémoire traduit dans *Ions, Électrons, Corpuscules*, t. I, p. 398.

(2) Pour effectuer les mesures il faut, dans ce cas, adjoindre à la paire de quadrants une capacité de 0,1 microfarad.

phénomène n'est pas produit par des ondes de longue période diffractées à travers les petites ouvertures masquées.

Cela conduit aussi à considérer comme possible l'explication du phénomène observé dans l'obscurité complète par *l'action sur le métal du rayonnement d'équilibre existant à la température ordinaire à l'intérieur du corps noir où est placé le métal.* Ceci revient à admettre à la température ordinaire une persistance suffisante de l'effet Edison, si les électrons mis en jeu dans le phénomène photo-électrique sont des électrons libres ou de conductibilité, sans que les faits expérimentaux paraissent rendre nécessaire l'hypothèse, proposée par M. J.-J. Thomson, d'une explosion spontanée des atomes, analogue à la destruction des atomes radioactifs. Il semble donc qu'il y aurait intérêt à répéter l'expérience à très basse température. C'est ce que je me propose de faire prochainement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction des dérivés nitrosés de l'acétyl- et du benzoylhydrazobenzène.* Note de M. **Louis Nomblot**, présentée par M. A. Haller.

La réduction des nitrosamines secondaires fournit, comme on sait, dans certaines conditions, des hydrazines dissymétriques. On pouvait supposer qu'un processus analogue permettrait d'obtenir des dérivés du triazane à partir des dérivés nitrosés des acidylhydrazo-benzènes :

$$C^6H^5-\underset{\underset{R.CO}{|}}{N}-\underset{\underset{NO}{|}}{N}-C^6H^5 \rightarrow C^6H^5-\underset{\underset{R.CO}{|}}{N}-\underset{\underset{NH^2}{|}}{N}-C^6H^5$$

C'est dans ce but que j'ai soumis à l'action de divers réducteurs les acétyl- et benzoylnitrosohydrazobenzènes.

Avec l'hydrate d'hydrazine en solution alcoolique, il y a, lentement à froid, plus rapidement à chaud, départ d'ammoniaque et régénération de l'acidylhydrazobenzène.

Avec l'amalgame d'aluminium, à froid, on obtient, à côté d'une certaine quantité de dérivé acidylé, de l'aniline et de l'acétanilide ou de la benzanilide, suivant le composé d'où l'on est parti. Il en résulte que, dans une partie du produit, la molécule du dérivé hydrazoïque est scindée entre les deux atomes d'azote; cette réaction pourrait être utilisée en certains cas pour établir la constitution des dérivés hydrazoïques.

Enfin la réduction de l'acétylnitrosohydrazobenzène par la poudre de zinc

et l'acide acétique, effectuée entre 0° et + 5° dans les conditions indiquées par E. Fischer (1), n'a fourni aucun produit réducteur.

En résumé, la réduction des dérivés nitrosoacidylés de l'hydrazobenzène ne permet pas d'obtenir, même dans les conditions les plus favorables, de dérivés du triazane.

Le *nitrosoacétylhydrazobenzène* s'obtient en faisant tomber à la température ordinaire une solution alcoolique d'acide chlorhydrique en quantité calculée, dans une émulsion d'acétylhydrazobenzène dans l'alcool, additionnée de la quantité théorique de nitrite d'éthyle. Après une heure ou deux d'agitation, tout s'est dissous. On précipite par l'eau; le dérivé nitrosé d'abord huileux se solidifie peu à peu; on le purifie par cristallisation dans l'éther, d'où il se dépose en gros prismes jaunes fusibles à 65°. Modérément soluble dans l'alcool et l'éther.

Le *nitrosobenzoylhydrazobenzène* se prépare d'une façon analogue à partir du benzoylhydrazobenzène, à cette différence près que la nitrosation s'effectue sans qu'il y ait dissolution complète du produit. On essore et l'on fait cristalliser dans l'alcool; il se présente en paillettes légèrement jaunâtres fondant à 116°,5. Peu soluble dans l'alcool et l'éther.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la désinfection par la combustion incomplète de la paille.* Note (2) de M. **A. Trillat**, présentée par M. A. Laveran.

J'ai montré, dans un travail antérieur (3) sur la composition des fumées des divers combustibles, que ceux-ci, selon leur nature et le mode de combustion, étaient susceptibles de fournir des produits gazeux antiseptiques en proportions assez notables pour permettre d'obtenir la stérilisation en surface de quelques germes pathogènes. J'ai fait aussi ressortir (4), dans une étude bibliographique sur l'emploi des feux et des fumées dans l'antiquité, que cette pratique, abandonnée aujourd'hui depuis l'avènement des méthodes guytoniennes, reposait cependant sur un fondement scientifique et pouvait être utilisée dans certains cas, notamment dans la désinfection en surface de locaux ne craignant pas la détérioration.

Le principe de cette désinfection repose sur la présence en milieu acide de dérivés aldéhydiques et polyphénoliques qui se produisent au cours de la combustion incomplète de la paille.

---

(1) E. Fischer, *Ann. Chem.*, t. CXC, p. 174.

(2) Présentée dans la séance du 10 janvier 1910.

(3) *Annales de l'Institut Pasteur*, nov. 1905.

(4) *Ibid.*, nov. 1905.

Leur formation est due à l'oxydation des gaz de la combustion sur le charbon de paille porté à haute température : ce charbon, par sa texture et sa surface, constitue en effet un agent catalytique très énergique qui provoque la production de l'aldéhyde formique à un état plus ou moins polymérisé ; le mécanisme de cette formation se trouve donc expliqué par l'oxydation des principaux produits de distillation de la paille, tels que les alcools méthylique et éthylique, l'acide acétique, l'acétate d'éthyle, les hydrocarbures et l'acroléine elle-même. Je me suis assuré, par des expériences publiées à part, que tous ces corps à l'état gazeux, y compris l'acroléine, étaient oxydés à une température d'environ 400°, en donnant naissance à de l'aldéhyde formique ou plutôt à du trioxyméthylène (¹).

Le dosage des dérivés polymérisés de l'aldéhyde formique a été fait en recueillant les fumées dégagées d'une quantité donnée de paille sous une cloche, dans un récipient contenant une solution aqueuse de sulfate de diméthylaniline. On a calculé le poids de la formaldéhyde polymérisée d'après celui de la base tétraméthylée obtenue :

$$CH^2O + 2C^6H^5Az(CH^3)^2 = H^2O + CH^2[C^6H^4Az(CH^3)]^2.$$

Les proportions d'aldéhyde obtenues sont très différentes selon les conditions dans lesquelles on opère. Elles ont varié dans mes expériences de 200^{mg} à 2^g par kilogramme du poids de la paille. A ces doses d'aldéhyde formique polymérisée, il faut ajouter les polyphénols dont l'action antiseptique vient s'additionner à celle des dérivés aldéhydiques. Enfin, il y a lieu de tenir compte de deux facteurs qui augmentent considérablement l'action antiseptique. Ce sont la présence de l'acide pyroligneux et l'élévation de température. On sait que les antiseptiques, et c'est notamment le cas pour l'aldéhyde formique, agissent d'autant plus énergiquement que le milieu atmosphérique est plus acide et se trouve à une température plus élevée.

Il résulte de ces considérations que, pour obtenir le maximum de l'effet antiseptique, on devra observer certaines précautions pour brûler la paille. Il faut, tout d'abord, éviter une combustion trop complète, sans trop dépasser la carbonisation. Dans ce but, on dispose la paille en couche alternativement sèche et humide, de manière que les fumées traversent les parties charbonneuses, à demi consumées, en s'oxydant à leur contact.

(¹) Ce charbon jouit de propriétés antiseptiques dues en partie à la présence de petites proportions de trioxyméthylène qui y restent incorporées.

L'élévation de température du local à désinfecter et qui doit atteindre au moins 30° pour être efficace, est obtenue par des feux de paille, placés en divers points. On doit autant que possible boucher les ouvertures.

Voici un exemple de désinfection d'un espace de 140^{ms} dans lequel il a été brûlé 18^{kg} de paille; la température de l'espace a atteint 35°, et les objets contaminés ont été ensemencés après 12 heures de contact avec les fumées :

Observations.	Témoins pour chaque essai. — Objets contaminés : 12 ont cultivé.	Coli-bacille. — Objets contaminés : 16		Bacille typhique. — Objets contaminés : 12		Charbon sporulé. — Objets contaminés : 12		Diphtérie. — Objets contaminés : 10	
		ont cultivé.	ont été stérilisés.	ont cultivé.	ont été stérilisés.	ont cultivé.	ont été stérilisés.	ont cultivé.	ont été stérilisés.
Après 2 jours.....	12	0	16	0	12	0	12	0	10
» 14 »	»	0	16	1	11	2	10	0	10
» 20 »	»	0	16	1	11	5	7	0	10

La désinfection par la méthode discontinue, en répétant les opérations de chauffage, donne encore des résultats plus probants.

On constate, après chaque opération, la formation d'un léger enduit jaunâtre sur les parois et les objets, ce qui limite l'application de la méthode à des cas particuliers comme ceux de la désinfection des caves, des écuries, des égouts, des tunnels, des cavernes, etc. Le procédé ne peut donner qu'une désinfection de *surface* et d'*espace* : son efficacité, très nette pour des germes pathogènes peu résistants, paraît douteuse pour les formes sporulées à moins de renouveler plusieurs fois l'opération.

Comme on le voit, les anciennes méthodes reposaient sur un véritable principe scientifique; elles sont certainement encore susceptibles d'être améliorées en utilisant ces notions nouvelles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des réactions dues à l'état colloïdal du lait cru.* Note de MM. **F. Bordas** et **Touplain**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons établi précédemment que la caséine du lait de vache, bien que chauffé à 110°, décomposait encore l'eau oxygénée, et que sous l'influence des sels de chaux contenus dans le lait, il se produisait, en présence de la paraphénylènediamine, une coloration bleue.

Comme on ne peut admettre l'existence d'enzymes dans un liquide chauffé à 110° et que d'ailleurs la réaction se produit en dehors de toute action diastasique, ainsi que nous l'avons précédemment établi, il était nécessaire d'étudier d'un peu plus près le mécanisme de toutes ces transformations.

Nous sommes donc conduits à rechercher les causes qui favorisent la décomposition de l'eau oxygénée dans le lait : c'est ce point spécial qu'il faut élucider tout d'abord, puisque la théorie des enzymes peroxydantes du lait cru est basée exclusivement sur cette décomposition spontanée de l'eau oxygénée.

On sait que l'eau oxygénée est décomposée par une foule de corps poreux (cellulose, tripoli, pierre ponce, etc.) de corps insolubles finement pulvérisés et secs (talc, sable, carbonate de chaux, etc.).

L'expérience démontre que tous ces corps inertes produisent, lorsqu'on les ajoute à un lait préalablement chauffé, les réactions colorées, caractéristiques attribuées jusqu'ici aux enzymes peroxydantes.

On sait aussi que les solutions métalliques colloïdales décomposent l'eau oxygénée avec plus ou moins d'intensité, mais la plupart de ces colloïdes sont déjà colorés et nous ne pouvions les utiliser dans les essais que nous voulions entreprendre. Nous avons dû aussi laisser de côté tous les colloïdes organiques puisque ces derniers posséderaient déjà des enzymes.

Nos recherches nous ont amenés à nous servir de l'oxalate de fer et du lactate de fer. Ces deux sels jouissent de la propriété de décomposer non seulement l'eau oxygénée, mais encore de donner *toutes les réactions* caractéristiques des enzymes du lait cru.

Le lactate de fer décompose même l'eau oxygénée avec une telle intensité, que ce sel devrait, d'après les théories admises, posséder une catalase très active. Nous nous réservons de revenir plus tard sur ce point spécial.

On obtient des résultats tout aussi concluants en employant de l'argile colloïdale, laquelle se prépare très facilement en suivant la technique indiquée par Schlœsing. L'expérience prouve que ce liquide colloïdal décompose l'eau oxygénée, et l'on obtient encore *toutes les réactions* colorées caractéristiques des enzymes peroxydantes du lait cru.

Nous devrions donc conclure que l'oxalate de fer, le lactate de fer, l'argile contiennent des anaéroxydases, des catalases, etc., et ces conclusions seraient aussi légitimes que celles qui découlent des travaux faits dans ce sens sur le lait cru.

Mais si, abandonnant la théorie des enzymes peroxydantes du lait cru, nous rattachons tous ces phénomènes à un phénomène catalytique provoqué par l'état colloïdal du lait cru, nous aurons immédiatement l'explication de toutes les réactions.

Nous avons voulu, pour que la démonstration fut plus frappante encore, rétablir en partie l'état colloïdal d'un lait après l'avoir détruit par la chaleur.

On y arrive en faisant l'expérience suivante :

Prenons du lait cru, ou mieux encore du lait cru complètement écrémé, portons ce lait à la température de 85° afin de n'avoir aucune coloration avec les réactifs généralement utilisés, puis faisons-lui subir une sorte de laminage, de façon à pulvériser la caséine à un degré de finesse telle qu'elle reste en suspension dans le lactosérum; on y arrive en employant le procédé dit *de fixation*, qui consiste à faire jaillir un jet très fin de lait contre un plateau d'agate sous une pression de 300^{atm}.

Pour plus de précautions ce lait est ensuite stérilisé à 110°. Dans ces conditions, l'expérience démontre qu'alors que le lait initial chauffé à 85° était sans action sur les réactifs, le lait pulvérisé et chauffé à 110° décompose l'eau oxygénée et se colore en bleu avec le réactif de Storch.

Nous pensons que ces résultats démontrent suffisamment l'inutilité de l'intervention d'anaéroxydases, de catalases, etc., pour expliquer les phénomènes de décomposition de l'eau oxygénée dans le lait cru.

Pour ceux qui admettent la présence dans le lait d'enzymes variées, le chauffage à 85° présente ce grave inconvénient d'en modifier profondément les propriétés physiologiques.

L'expérience précédente montre, en ce qui concerne tout au moins les peroxydases, qu'il n'en est rien, puisque l'état physique du lait est seul modifié par ce traitement ; encore peut-il être rétabli par la fixation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultraviolets sur le vin en fermentation.* Note de MM. **Maurain** et **Warcollier**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons exposé, dans une Note du 12 juillet 1909, les résultats obtenus en faisant agir le rayonnement d'une lampe en quartz à vapeur de mercure sur le cidre en fermentation.

Nous avons étudié, avec un dispositif identique à celui décrit dans cette Note, l'action de ce rayonnement sur un vin blanc mousseux; nous avons cherché pendant combien de temps il faut faire agir ce rayonnement sur des couches de vin de différentes épaisseurs pour détruire la levure et empêcher ainsi une fermentation nouvelle. Le vin qui a servi aux essais avait subi la prise de mousse et était prêt à être dégorgé.

Avec des couches de vin de $\frac{1}{4}$ de millimètre d'épaisseur, étalées entre une lame de quartz de 5^{mm} d'épaisseur et une lame de verre, et exposées au-dessus de la lampe de manière que la lame de quartz fût à 4^{cm} de la lampe, l'arrêt de la fermentation a été obtenu toujours pour une durée d'exposition supérieure à 10 secondes, et jamais pour une durée inférieure à 5 secondes.

Avec des couches de vin de $1^{mm},7$ d'épaisseur, exposées directement à 4^{cm} de la lampe, l'arrêt de la fermentation a été obtenu toujours pour une durée d'exposition supérieure à 1 minute (sauf cependant, sans doute par accident, pour une seule des nombreuses préparations) et jamais pour une durée inférieure à 30 secondes.

Rappelons que, pour le cidre pur, la stérilisation nécessite une durée d'exposition supérieure à 2 ou 3 minutes pour des couches de $\frac{1}{4}$ de millimètre, et qu'elle n'est pas réalisée après 15 minutes d'exposition pour des couches d'environ 1^{mm}.

Ainsi la stérilisation du vin blanc est plus facile que celle du cidre, ce qui est lié à la plus grande transparence du vin pour les rayons efficaces.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la culture sur la teneur en alcaloïdes de quelques Solanées.* Note de M. **J. Chevalier**, présentée par M. Armand Gautier.

La plupart des pharmacologues admettent que les plantes médicinales recueillies sur leurs stations naturelles sont plus riches en principes actifs et par conséquent plus actives que les plantes cultivées industriellement. Ce fait peut être exact dans la pratique à l'heure actuelle, mais cette diminution d'activité provient uniquement de ce que souvent ces plantes sont cultivées sur un sol qui ne leur convient pas et dans des conditions défavorables.

Les recherches que nous poursuivons depuis quelques années nous ont montré qu'au contraire, sous l'influence d'une culture rationnelle, avec l'emploi d'engrais appropriés pour chaque espèce de plantes, on obtient des drogues possédant une teneur en principes actifs qui leur confère une activité thérapeutique au moins égale à celle des plantes sauvages.

Les Solanées utilisées en médecine proviennent presque toujours de plantes cultivées. Aussi bien en France qu'à l'étranger, les quantités recueillies à l'état sauvage tendent à diminuer de plus en plus et sont beaucoup trop faibles pour suffire aux demandes toujours croissantes.

La Belladone de culture, d'après les différents travaux, est toujours moins

active que la Belladone sauvage. Le fait, signalé encore dernièrement par Forrester et par Warin, est exact.

Ce sont surtout les Belladones que nous recevons d'Italie qui présentent une faible teneur en alcaloïdes (0,107-0,187 pour 100; même 0,058 pour 100, Warin).

Les lots de Belladone, qui nous arrivent d'Autriche, sont d'ordinaire plus riches (0,251-0,372 pour 100). Les Belladones françaises de culture ont encore une teneur plus forte en alcaloïdes, elles titrent en moyenne 0,300-0,450 pour 100, mais notre production est insuffisante et nous sommes obligés de recourir à l'étranger pour plus de la moitié de notre consommation.

En exécution de la mission qu'a bien voulu me confier M. le Ministre de l'Agriculture, j'ai étudié systématiquement la culture des Solanées vireuses et en particulier de la Belladone, pour essayer de l'améliorer, afin d'obtenir un produit aussi actif que la drogue récoltée à l'état sauvage.

Grâce à l'obligeance de M. Fouché, à Houdan, j'ai pu faire ces essais sur des champs entiers, et les résultats obtenus ont l'avantage de pouvoir être considérés comme industriels.

Les champs de Belladone utilisés renferment environ 50000 pieds à l'hectare; la récolte totale est en moyenne de 15000^{kg} de feuilles fraîches qui perdent à la dessiccation 80 à 90 pour 100 de leur poids. Les feuilles de printemps sont beaucoup plus aqueuses que celles de l'été ou de l'automne; c'est pour cette raison que la teneur en alcaloïdes des feuilles de la première coupe est un peu plus considérable que celle des feuilles de la seconde.

Étant donnée la fragilité de la Belladone, il ne nous a pas été possible de faire état de l'âge des plants; dans les champs, on est obligé de renouveler constamment les plants de Belladone détruits par les vers blancs et les intempéries. D'après les essais faits en jardin, seuls les plants de première année sont un peu moins riches en alcaloïdes que les autres.

Les terrains sur lesquels nous avons opéré sont assez perméables, plutôt riches en chaux (3,22 à 4,80 pour 100); de richesse moyenne en acide phosphorique (0,07 pour 100); les plantes reçoivent une quantité d'azote totale largement suffisante (0,12 à 0,15 pour 100).

Nous avons, en 1909, expérimenté sur ces terres l'influence des divers engrais sur la teneur en alcaloïdes des feuilles de la Belladone, déjà guidés par des essais faits antérieurement et dont les résultats avaient été incer-

tains. Nous avons obtenu les résultats suivants :

		Alcaloïdes totaux pour 100^{g} de feuilles sèches.
		^{g}
Champs témoins : Travail et fumure habituelle		0,320
		0,336
Champs avec addition d'acide phosphorique et potasse		0,480
		0,490
Jardin; essais avec addition d'engrais azotés, sans addition d'acide phosphorique ni de potasse.	Plants de 2 ans	0,616
	Plants jeunes	0,406
Champs avec addition d'engrais azotés.	Champ Mallet (terre forte)	0,676
	Champtier des Vignes (terre plus caillouteuse)	0,680
	Tenant du séchoir (addition de fumier et nitrate)	0,756

Ces diverses récoltes vendues pour la fabrication de préparations galéniques ont donné, d'après le rendement et le titrage de ces préparations, $0^{g},5104$ d'alcaloïdes totaux pour 100 parties de feuilles sèches (Boulanger-Dausse).

Ces quelques chiffres montrent que l'addition d'engrais phosphatiques et potassiques ne paraît pas influencer bien sensiblement la belladone, mais que, par contre, la teneur en alcaloïdes de ses feuilles est considérablement augmentée par l'addition d'engrais azotés. Il semble qu'il y ait intérêt à employer à la fois les nitrates et le fumier, c'est-à-dire à fournir de l'azote utilisable immédiatement et aussi à échéance plus éloignée.

La culture de la Jusquiame et du *Datura stramonium* (variété à capsule sans épines) nous a donné des résultats comparatifs. Nous avons pu obtenir un lot de Jusquiame titrant $0^{g},286$ d'alcaloïdes totaux pour 100 de feuilles sèches, alors que la moyenne est de $0^{g},070$-$0^{g},180$ et un lot de feuilles de *Datura* titrant $0^{g},200$ d'alcaloïdes totaux pour 100 de feuilles sèches au lieu de $0^{g},100$-$0^{g},125$.

Chaque essai a porté sur 50^{g} de feuilles concassées (tamis 12, laiton) qui ont été épuisés par de l'alcool bouillant acétique (1 pour 100 d'acide en volume) jusqu'à disparition de la coloration de l'alcool. Les liqueurs alcooliques évaporées dans le vide jusqu'à disparition complète de l'alcool donnent un résidu qui est repris par $150^{cm^{3}}$ d'eau bouillante. On refroidit et l'on filtre. Le liquide jaunâtre est saturé par $CO^{3}K^{2}$ et épuisé à l'éther; l'éther est séché par filtration sur du sel Solvay et distillé; le résidu pesé après dessiccation dans le vide à 40° C. jusqu'à poids constant.

Ce résidu encore impur est dissous dans $SO^{4}H^{2}$ demi-normal et titré ensuite avec le réactif de Mayer.

Ce sont ces derniers chiffres que nous avons utilisés, ils sont en moyenne 3 à 4 pour 100 plus faibles que le poids des alcaloïdes totaux que l'éther laisse comme résidu.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Quelques observations sur le* pied noir *de la Pomme de terre*. Note de M. **Hegyi**, présentée par M. Prillieux.

Je me suis beaucoup occupé pendant ces dernières années de la maladie du *pied noir* de la Pomme de terre qui, tant en Hongrie qu'en Allemagne, a considérablement diminué les récoltes.

Les caractères principaux de cette maladie sont les suivants : en été, la région du collet, au-dessus et au-dessous du sol, devient noire et pourrit; les parties aériennes de la plante dépérissent et la formation des tubercules s'arrête.

Cette maladie est attribuée à des Bactéries et spécialement au *Bacillus phytophthorus* Appel; on admet qu'elle se propage par les tubercules de semence infectés.

Il y a environ 3 ans, j'ai eu occasion d'observer souvent en Hongrie, à la station de Magyarovàr, des plants de Pomme de terre atteints du *pied noir* et j'ai isolé des tiges malades et cultivé plusieurs espèces de Bactéries qui n'ont pas encore été déterminées; mais l'examen des cultures a montré qu'on pouvait obtenir des tiges malades des espèces différentes selon les localités d'où elles provenaient.

J'ai été chargé par le Gouvernement hongrois, au commencement de l'année 1909, d'acheter à l'étranger une quantité considérable de tubercules de semence dont une partie (1000 quintaux) fut cultivée au domaine royal hongrois des Haras, à Bàbolna. Dans le courant de l'été on m'annonça que les tubercules de semence donnaient des plantes atteintes de *pied noir*. Comme j'avais pris les plus grandes précautions et que je n'avais acheté que des tubercules complètement sains, le fait me parut inexplicable. Dans les terrains lourds 5 à 10 pour 100, dans les terrains plus légers et même sablonneux 40 pour 100 des plants étaient atteints par la maladie. Par un examen attentif, je pus constater que les parties de la tige placées sous la terre étaient rongées et perforées par des insectes. Il ne fut pas difficile de déceler les auteurs de ces lésions. C'étaient des larves de Taupin (*Agriotes*) ou vers *fil de fer* qui se trouvaient en énorme quantité dans le sol. J'examinai plusieurs centaines de plantes malades, mais je n'en trouvai pas une seule dont la tige, dans la partie située au-dessous de la surface du sol, n'eût été rongée et perforée en plusieurs endroits.

Cette observation me persuada que le *pied noir*, à Bàbolna, n'avait pas son origine dans les tubercules de semence, mais bien dans les Bactéries du sol, qui pénétraient, par les lésions, à l'intérieur de la tige et y provoquaient la pourriture des tissus.

Depuis, j'ai pu faire des constatations semblables dans d'autres points de

la Hongrie, notamment à Magyarovàr, où la maladie du *pied noir* sévissait avec intensité dans les champs d'expérience de la Station et dans ceux de l'Académie d'Agriculture. Là, comme à Bàbolna, je constatai que sans insectes il n'y avait pas la moindre trace de *pied noir*. Je me rendis également dans la Hongrie septentrionale, la patrie de la culture de la Pomme de terre, et y fis des recherches sur divers points (Nord-Ouest, Nord et Nord-Est). Il ne me fut pas possible de trouver une seule plante atteinte du *pied noir* sans que la partie du collet située en terre n'eût été rongée par des insectes.

Au mois de novembre 1909, au cours d'une visite que je fis au professeur Eriksson, à Stockholm, je pus observer dans sa collection de Pathologie végétale un échantillon de Pomme de terre, atteint du *pied noir* et conservé dans la formaline, dont la tige était également perforée et rongée dans sa partie inférieure. La maladie s'était donc propagée en Suède comme en Hongrie. Je visitai ensuite à Munich la collection du professeur von Tubeuf et j'y pus faire les mêmes constatations qu'en Suède.

Toutes ces observations contribuent à démontrer que la cause du *pied noir*, au moins dans les cas indiqués ci-dessus, ne devrait pas être attribuée aux tubercules de semence.

On ne peut conclure de ce qui précède que le *Bacillus phytophthorus* n'est pas un parasite capable d'engendrer le *pied noir*. Il est bien certain que les blessures de la tige sont trop petites pour provoquer la mort de la plante, et d'un autre côté Appel a réussi à produire artificiellement la maladie avec sa Bactérie. Le rôle des insectes consiste donc à ouvrir une voie de pénétration aux microorganismes du sol.

Des recherches ultérieures devront permettre de décider si le *Bacillus phytophthorus* seul est capable de produire le *pied noir* ou si, dans certaines contrées, d'autres Bactéries ne peuvent être incriminées.

PHYSIOLOGIE. — *Formation dans le foie d'une substance anticoagulante sous l'influence d'un alcaloïde.* Note de M. **Doyon**, présentée par M. Dastre.

I. J'ai démontré avec mes élèves Kareff et Claude Gautier les faits suivants :

L'atropine détermine chez le chien l'incoagulabilité du sang lorsqu'on injecte le poison dans une veine mésaraïque ou dans le canal cholédoque. Additionnée au sang *in vitro*, l'atropine est sans effet. Injectée dans une veine

de la circulation générale l'atropine est inactive, à moins que la dose ne soit absolument massive.

II. L'atropine agit par l'intermédiaire du foie, par un mécanisme analogue sinon identique à celui mis en évidence par M. Delezenne pour la peptone.

La démonstration nécessite l'intervention de deux animaux :

Premier chien. — On place dans une carotide une canule reliée à un tube de caoutchouc. Ce tube servira à dériver le sang artériel vers la veine-porte d'un second chien; il porte une tubulure permettant de recueillir du sang artériel du premier chien avant le passage du liquide dans le foie du second sujet.

Second chien. — L'animal est saigné à blanc; pour anémier au maximum les organes, on sectionne le bulbe au cours même de la saignée. Lorsque le sang ne s'écoule plus, on place une canule dans la veine-porte et une canule dans la veine-cave au-dessus de l'abouchement des veines sus-hépatiques; la veine-cave est liée au-dessous du foie.

On relie la carotide du premier chien à la veine-porte du foie exsangue. On recueille une série d'échantillons du sang qui a traversé ce foie. Puis on injecte dans une jugulaire du premier chien, avec brusquerie, quelques centimètres cubes d'une solution concentrée d'atropine.

On continue à recueillir le sang qui s'écoule du foie et l'on recueille en plus des échantillons de sang carotidien avant son passage à travers cet organe.

Les échantillons recueillis en aval du foie, avant l'injection d'atropine, coagulent tous normalement. Le sang recueilli en aval du foie, après l'injection d'atropine, est incoagulable; il a acquis la propriété d'empêcher *in vitro* le sang normal de coaguler. Le sang recueilli par la tubulure latérale, après l'injection d'atropine, mais en amont du foie, coagule normalement.

Exemple. — Un aide recueille quatre échantillons de sang, de 10^{cm^3} à 15^{cm^3} chacun, après le passage à travers le foie. J'injecte à ce moment 10^{cm^3} d'une solution de sulfate neutre d'atropine à 4 pour 40, dans une jugulaire du premier chien (20^{kg}). Immédiatement après l'injection, on recueille parallèlement une série d'échantillons de sang au sortir du foie et une série avant le foie. 24 heures plus tard, tous les échantillons prélevés après l'injection et après le passage à travers le foie étaient encore absolument liquides; seul, l'échantillon prélevé immédiatement après l'injection commençait à se prendre, mais le caillot, très petit, était facile à dissocier par agitation. Tous les échan-

tillons prélevés avant l'injection ont coagulé normalement. Il en a été de même des échantillons prélevés après l'injection mais avant le passage du sang à travers le foie. J'ai ajouté à trois échantillons de sang incoagulable, respectivement, $0^{vol},5$, 1^{vol} et 2^{vol} de sang normal provenant d'un troisième chien. 24 heures après le mélange, tous ces échantillons étaient encore liquides; seul le tube contenant 1^{vol} de sang incoagulable et 2^{vol} de sang normal présentait un petit caillot.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Conséquence de la théorie d'Young. De la construction chromatique dans l'espace.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. J. Violle.

On sait que le mélange de deux sensations colorées non complémentaires produit à la fois du blanc et une troisième couleur.

L'examen quantitatif de ce fait montre que l'intensité de coloration de la couleur ainsi produite est toujours inférieure à la moyenne des deux composantes et peut s'abaisser à un minimum égal à la moitié de cette moyenne (1). Ce qui disparaît comme sensation colorée se retrouve comme blanc binaire mélangé à cette couleur.

En conséquence le diagramme des couleurs obtenues par le mélange de deux sensations primaires prend la forme d'un triangle équilatéral ABC inscrit dans un cercle (*fig.* 1). Si l'on fait intervenir la troisième sensation primaire, le diagramme devient une construction dans l'espace (*fig.* 2).

Le blanc, étant la source de toutes les sensations colorées que l'œil peut éprouver pour un éclairage donné, se trouvera à l'extrémité d'un axe dont la longueur est limitée à trois rayons : $OO' = OA + OB + OC$. Son point de départ est en O, lieu du noir absolu; et sur la ligne OO′ se placent tous les intermédiaires constituant l'échelle des gris.

La ligne AO′ est le lieu des points qui représentent les couleurs intermédiaires entre A sensation primaire et O′ sensation du blanc ternaire. La coloration sera maximum au point A, nulle au point O′.

L'intensité lumineuse totale ira en croissant depuis A où elle est de $\frac{1}{3}$ jusqu'au sommet O′ où elle est égale à l'unité.

Nous savons qu'une couleur binaire est représentée par deux points, placés sur un même rayon : l'un H, situé à l'intersection du rayon et de l'un des côtés du triangle; l'autre L, placé sur la circonférence. La ligne HO′ sera la place des intermédiaires entre la couleur H et le blanc en O′.

Elle fait partie de la pyramide O′ABC, et la ligne LO′ représentant l'intensité lumineuse totale fait partie du cône enveloppant.

(1) *Comptes rendus*, t. 150, p. 235.

Toutes les couleurs qui peuvent se concevoir pour un éclairage donné trouvent leur place dans cette construction, laquelle se résume en une pyramide triangulaire à base équilatérale engagée dans un cône, qui a même sommet O′ et qui a pour base le cercle passant par les trois points A, B, C correspondant aux trois sensations fondamentales.

Pour chaque couleur elle donne :

1° La distance angulaire, c'est-à-dire la nuance; 2° sa complémentaire; 3° l'intensité relative de coloration; 4° l'intensité du blanc binaire; 5° l'intensité du blanc ternaire.

Fig. 1.

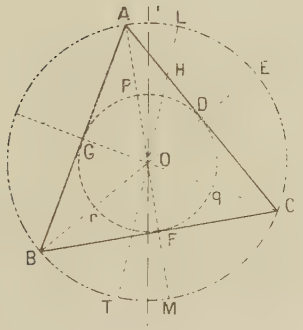
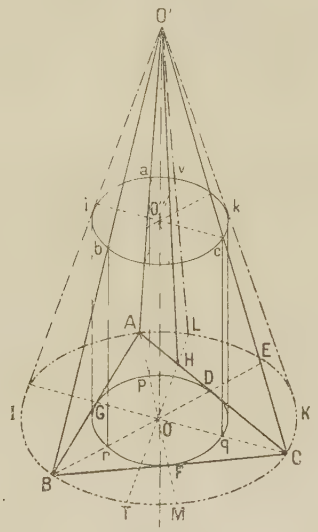


Fig. 2.



Elle les définit par conséquent d'une manière précise.

Mais il y a un chiffre qu'elle ne donne pas, et sur lequel il est utile d'appeler l'attention : c'est le blanc ternaire provenant de la lumière blanche diffusée par la surface colorée. Or, ce chiffre est compris dans la somme qui est représentée par l'angle du secteur blanc trouvé expérimentalement [par les expériences (1) et (3) de la Note précédente].

De ce fait, cette donnée numérique est un maximum, et la proportion du blanc qui résulte du mélange des seules sensations colorées reste inconnue.

La construction dans l'espace est une conception théorique. Elle n'a pas besoin d'être exécutée pour rendre service.

Les données que nous avons employées, savoir : le blanc, le noir et trois types de couleurs équidistantes à la vue, représentant en nuance et en intensité de coloration les trois sensations fondamentales, suffisent. Car les relations que nous avons trouvées, pour un même éclairage, entre ces cinq données sont constantes. En effet, les types qui ont servi à ces mêmes expériences en 1875 à Mulhouse, en 1881 à Paris, donnent encore aujourd'hui les mêmes résultats numériques. Elles sont donc suffisamment indépendantes du temps et du lieu pour acquérir une valeur générale.

Mais, sur ces cinq données, deux seulement (le noir et le blanc) peuvent être reproduites partout et en tout temps identiques à elles-mêmes. Il n'en est pas ainsi pour les trois couleurs dont il faudrait fixer les types par convention : difficulté qui serait aisément vaincue si le besoin s'en faisait sérieusement sentir.

ZOOLOGIE. — *Sur les Poissons de la famille des Némichthyidés.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

Cette famille de Téléostéens apodes contient des espèces, abyssales le plus souvent, surtout répandues dans l'Atlantique intertropical, ou dans son voisinage. Un seul exemplaire lui appartenant fut signalé, à ma connaissance, et en 1904, par Ariola, comme pris dans la Méditerranée, près de Gênes. Cet auteur s'en est servi pour créer, dans le genre *Nemichthys*, une espèce nouvelle, qu'il a nommée *N. mediterraneus ;* il semble plutôt, d'après sa description assez incomplète et d'après la figure, qu'il s'agit d'un *Avocettina*, autre genre de la famille. Il devient important, en de telles conditions, de signaler l'existence dans la Méditerranée d'un *Nemichthys* véritable, nettement caractérisé, faisant partie du cycle des formes d'une espèce atlantique déjà connue, *N. scolopaceus* Rich. L'unique individu fut pris, en janvier 1908, non loin de Toulon ; conservé dans les collections de la station de Biologie marine de Tamaris, j'ai pu l'étudier, grâce à l'obligeance de M. le professeur R. Dubois, directeur de cette station.

Cette étude m'a permis de compléter les notions déjà acquises sur la structure de Poissons aussi remarquables.

L'un des caractères du genre *Nemichthys* tient à sa possession d'une ligne latérale munie de trois rangées de pores ; or, ces rangées sont inégales : deux se montrant vrai-

ment continues, et l'intermédiaire s'interrompant de place en place, par intervalles, pour faire avec les autres une alternance des plus régulières. En outre, la tête porte aussi trois rangées de pores : l'une nucale et mandibulaire, inférieure; la deuxième post- et infra-orbitaire; la troisième inter- et pré-orbitaire. La nageoire dorsale comprend, comme Brauer (1906) l'a reconnu le premier sur cette espèce, trois régions : deux extrêmes aux rayons filamenteux, une moyenne aux rayons courts et gros, en aiguilles ; cette dernière possède aussi quelques rayons filamenteux, joints aux précédents. Les dents diffèrent de la mandibule inférieure à la supérieure ; celle-ci en a trois rangées, deux latérales et une médiane ou vomérienne ; celle-là ne porte que les deux latérales.

La disposition la plus digne d'intérêt est celle des viscères.

On sait que la famille entière est caractérisée, mieux que la plupart des autres Apodes, par le report en avant de l'orifice anal. Ce report est surtout accentué chez *Nemichthys;* l'anus est situé à proximité de la tête, au niveau de la première moitié des pectorales. Ceci entraîne de nombreuses déviations à la structure ordinaire, et donne à ces Vertébrés, même dans leur groupe, une conformation peu commune. Le tube digestif se recourbe sur lui-même, décrivant une boucle complète, aux deux branches parallèles, comme celui d'un Bryozoaire ou d'un *Phoronis*. La zone terminale du rectum se place au-dessous du cœur, et l'anus se trouve percé au niveau du ventricule. Le foie, le rein, à leur tour, s'étirent et s'allongent. La cavité abdominale, qui contient ces viscères, est courte, du reste, car son grand axe mesure, de sa région cardio-anale à son extrémité postérieure, le septième seulement de celui du corps.

L'individu qui m'a servi dans cette étude a une forte taille, supérieure de beaucoup à celle des représentants déjà décrits de la même espèce; ceux-ci n'ont pas 1^m de longueur, alors que celui-là compte près de $1^m,50$. Malgré quelques particularités distinctives, je le rapporte à *N. scolopaceus* Rich. déjà signalé dans l'océan Atlantique. Il ne convient guère, ici, de créer une espèce pour un seul exemplaire, en raison de l'extrême capacité de variation que la biométrie dénote chez les Poissons.

Quelques données de géographie zoologique méritent, enfin, de se prendre en considération. L'espèce visée a été recueillie, à plusieurs reprises, dans l'Atlantique, au large des côtes d'Afrique. Le fait qu'elle existe aussi dans la Méditerranée contribue à corroborer cette opinion de Günther, que cette zone de l'Atlantique pourrait se rattacher à la province méditerranéenne. Il dénote, en outre, que cette dernière contient une faune bathypélagique, dont les divers représentants ne sont pas tous connus, ou le sont à peine, malgré les nombreuses investigations dont cette mer est l'objet depuis longtemps.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de la tectoria.* Note de M. **E. Vasticar**, présentée par M. Henneguy.

La véritable structure de la tectoria est la suivante : elle est composée d'une membrane fondamentale d'une finesse extrême, de l'épaisseur de la membrane de Reissner. Sur sa face supérieure est implanté verticalement un chevelu cilié à filaments indépendants, pointus et absolument libres par leur extrémité supérieure. Quelques-uns portent à leur extrémité un petit corps ovoïde de nature cuticulaire. La face inférieure montre sur toute son étendue des stries *spirales* qui sont formées par la succession des points d'attache de courts ligaments cuticulaires qui la réunissent à l'épithélium pavimenteux tapissant la surface des dents auditives, aux interlignes des cellules du sillon spiral interne, à la surface des piliers internes, aux bras de soutien des anneaux ciliés de la deuxième rangée qui appartiennent aux piliers externes, aux anneaux ciliés, à quelques points des phalanges et quelquefois aux interstices cellulaires du massif des cellules de Hensen.

Les sillons de la bandelette sillonnée sont remplis en totalité par des cellules conjonctives à un ou plusieurs noyaux. Le protoplasma de ces cellules déborde plus ou moins en hauteur la plate-forme des dents auditives, se rejoint pour constituer un matelas protoplasmatique continu qui sécrète la partie de la tectoria en rapport avec la protubérance de Huschke. Les ligaments cuticulaires qui s'attachent sur les dents auditives s'insinuent dans les espaces qui séparent plus ou moins les masses protoplasmatiques.

Le prolongement de la tectoria sur les cellules de Hensen s'observe sur certaines préparations. Sur d'autres, concernant exactement la même région, il n'existe pas. On le trouve lorsque le massif des cellules de Hensen ne dépasse pas la hauteur des cellules ciliées. Je parle du point de jonction seulement des cellules de Hensen à la surface ciliée. La tectoria ayant besoin d'un point d'attache externe qui devient plutôt un point de retenue envoie une expansion membraneuse sur la surface cochléaire des cellules de Hensen. Lorsque ces dernières font une saillie assez prononcée, le bord tectorial prend sur elles un simple point d'appui et ne se prolonge pas.

Le bord libre de la tectoria est porteur de corps cuticulaires de forme et de volumes variables, irrégulièrement distribués.

Dans l'épaisseur même du chevelu cilié correspondant aux cellules sensorielles, on trouve des formations lenticulaires disposées de champ et qu'on aperçoit de face sur

des coupes frontales, qui sont en rapport par leur bord supérieur avec des arborisations volumineuses dépassant même le niveau supérieur du chevelu cilié. Elles se juxtaposent intimement par leurs bords latéraux. Leur bord inférieur donne naissance à des ligaments verticaux qui se terminent par un renflement cuticulaire situé sur le bord inférieur de la membrane fondamentale et en regard de chaque cellule ciliée. Au pourtour de ce renflement s'insèrent des ligaments cuticulaires dont le point d'attache inférieur est sur le pourtour des anneaux ciliés et en tout petit nombre, deux en moyenne, sur les bras de soutien, ainsi que sur les phalanges. Les cils de la cellule sensorielle sont renfermés à l'intérieur de cette cage cuticulaire et souvent fortement infléchis dans le sens de leur longueur. Ils constituent comme un ressort destiné à maintenir constant l'écartement de la tectoria et de la surface papillaire.

Ces corps lenticulaires paraissent maintenus par le chevelu cilié dont les filaments s'insèrent verticalement sur la membrane fondamentale.

On trouve enfin, sur la surface libre des cellules du sillon spiral interne, des corps arrondis qui présentent un prolongement inférieur tronconique s'implantant dans la substance protoplasmatique de ces mêmes cellules. Leur aspect général est celui d'un clou à tête globuleuse. Ils font office de corps isolateurs. On en retrouve du reste dans toutes les régions de l'organe de Corti, au niveau du paquet de cils de la ciliée interne et sur toute la hauteur du bord interne de la cellule de Deiters de la première rangée et quelquefois dans la partie supérieure de l'interligne des cellules de Deiters des deux autres rangées. On les voit principalement lorsque la cellule de Deiters de la première rangée arrive presque au contact des piliers externes.

Ces observations ont été faites sur le limaçon du Lapin fixé pendant la vie par une solution d'acide osmique.

MÉDECINE. — *Les bases expérimentales de la vaccination antityphique.* Note de M. **H. Vincent**, présentée par M. A. Chauveau.

Les travaux de Fränkel et Simonds, Sirotinin, Beumer et Peiper, Chantemesse et Widal, etc., ont démontré la possibilité de vacciner activement les animaux contre le bacille typhique par l'inoculation de cultures vivantes ou tuées de ce microbe.

En raison de l'importance pratique de ce problème (Pfeiffer et Kolle, Wright), j'ai recherché expérimentalement quel est le procédé de vaccination qui, après vérification chez les animaux, réalise le mode de protection le plus efficace chez l'homme.

Il est à remarquer que les animaux n'ont qu'une faible réceptivité locale (intestinale) et générale pour le bacille d'Eberth. Dès lors il semble difficile de conclure, des effets produits chez l'animal par la vaccination antityphique, à ceux qu'on peut attendre, chez l'homme, de la même vaccination. Facile à immuniser, l'animal pourra d'autant mieux résister ensuite à l'inoculation d'épreuve. Le même mode de vaccination aurait-il déterminé, chez l'homme, une aussi forte immunité?

A l'aide d'une technique nouvelle, j'ai soumis les animaux vaccinés contre le bacille d'Eberth à un mode d'infection tel qu'il amène, d'une manière constante, la mort des animaux témoins, non vaccinés. Ceux-ci succombent à une généralisation parfois considérable du bacille typhique dans leur sang et leurs viscères.

L'animal d'expérience a été le cobaye. Les animaux, divisés par lots, ont reçu sous la peau, et à 10 jours d'intervalle, de une à trois ou quatre injections de l'un des vaccins antityphiques ci-après. 15 jours après la dernière injection, on leur inoculait dans le péritoine 1^{cm^3} de culture typhique virulente de 48 heures en bouillon, et, sous la peau, 2^{cm^3} à 4^{cm^3} de solution de NaCl à 10 pour 100, ou bien $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{8}$ de centimètre cube d'huile d'aniline. Suivant que le cobaye vacciné résistait ou succombait, après cette épreuve, on concluait à l'efficacité ou à l'insuffisance du vaccin.

Les vaccins essayés ont été : culture typhique (de 24 heures ou de 10 jours) vivante ou tuée à 53°-55°; bacilles tués, sensibilisés par un sérum antityphique; extraits bacillaires obtenus par autolyse dans l'eau physiologique seule, ou alcalinisée par 1 pour 100 de AzH^3, puis neutralisée par CO^2; bacilles vivants ou tués, absorbés à fortes doses par la voie digestive.

Sous chacune de ces formes, les vaccins ont déterminé, à des degrés variables, la production d'anticorps bactériolysants, agglutinants et précipitants. L'immunité a été très inégale.

I. En culture en bouillon de 24 *heures*, le *bacille vivant* a été injecté successivement aux doses de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1^{cm^3}. On confère ainsi au cobaye une protection complète et durable pendant 3 à 6 mois. Le pouvoir bactériolytique devient très supérieur à la normale. Les taux d'agglutination et de précipitation atteignent $\frac{1}{1000}$ et quelquefois $\frac{1}{2000}$. Contrairement à Pfeiffer et Friedberger, j'ai constaté une période d'exaltation de la réceptivité (phase négative) d'une durée de 2 à 4 jours.

II. La *culture vivante de* 10 *jours* inoculée comme la précédente donne une immunité assez analogue, peut-être un peu plus faible. Les symptômes morbides causés par les injections sont plus accusés.

III. Faite aux mêmes doses, l'injection aux cobayes de *bacilles tués par chauffage*

à 53°-55° (Leischmann) donne souvent l'immunité après la deuxième inoculation. Trois injections sont, cependant, nécessaires pour assurer une protection sérieuse contre l'infection d'épreuve.

Le pouvoir bactériolysant est un peu plus faible qu'avec le vaccin I ou II; les titres agglutinant et précipitant sont à peu près les mêmes.

IV. La vaccination par *bacilles morts et sensibilisés* (procédé de Besredka) nécessite trois injections. Le pouvoir bactériolytique, presque égal aux précédents, s'affaiblit plus vite. Le taux d'agglutination est le même. La protection contre l'infection d'épreuve a été moins durable qu'avec les vaccins non sensibilisés. Quelques animaux, soumis, 2 mois après, à l'épreuve de contrôle, ont succombé.

V. L'*autolysat de bacilles morts*, proposé par Neisser et Shiga, Wassermann, assure une protection plus faible et moins prolongée que les vaccins I, II et III. Les animaux ont montré un fort pouvoir agglutinant et précipitant de leur sérum.

VI. L'*autolysat de bacilles vivants* (culture sur gélose de 24 ou 48 heures, macérée dans 5^{cm^3} d'eau physiologique, à 37°, pendant 2 à 4 jours), employé après centrifugation et stérilisation par l'éther ou le chloroforme, a donné, aux doses ci-dessus, des résultats aussi bons que les vaccins I, II et III. L'immunité a persisté pendant 3 à 6 mois. Trois injections ont été nécessaires. Les phénomènes morbides (fièvre, douleur, réaction locale) provoqués chez les animaux ont été insignifiants.

VII. On a employé comme vaccin une culture en bouillon de 24 heures, additionnée de 1 pour 100 d'ammoniaque, et autolysée pendant 48 heures à 37°, en vase clos. Le liquide a ensuite été neutralisé par un courant de CO^2, puis centrifugé. Ce milieu n'a pas immunisé suffisamment les cobayes.

VIII. La *vaccination par absorption digestive* de bacilles vivants, même en très forte quantité, n'a amené aucune immunité générale. L'immunité intestinale n'a pas été appréciée; peut-être n'a-t-elle pas ici l'importance que Cloetta a constatée pour certains poisons chimiques.

En résumé, on peut conclure que c'est le bacille vivant, en culture de 24 heures ou même plus âgée (10 jours), qui donne au cobaye l'immunité la plus solide. La macération de bacilles vivants, centrifugée et stérilisée ensuite par l'éther ou le chloroforme, est également très vaccinante. L'utilisation, comme antigène, d'une culture de 24 heures, tuée par la chaleur à 55°, pendant 1 heure, confère également une bonne protection aux animaux. Le vaccin sensibilisé donne une immunité satisfaisante, mais moins prolongée. Les autres vaccins expérimentés ont été moins actifs.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Étiologie de la congestion intestinale du cheval.* Note de M. **H. Carré**, présentée par M. E. Roux.

On range parmi les maladies du tube digestif, chez le cheval, une entité morbide assez bien caractérisée, cliniquement, par l'injection intense des muqueuses et des coliques d'une extrême violence survenant brusquement, le plus souvent, sur des animaux surmenés par un travail excessif. Les lésions sont caractéristiques : le cæcum et le gros intestin, plus particulièrement lésés, sont rouge foncé, la muqueuse désorganisée est transformée en un caillot rouge noirâtre; le foie peut avoir l'aspect cuit, la rate grosse, molle, noire sur la coupe. L'insertion des vaisseaux sur l'intestin est noyée dans un œdème parfois très abondant, sanguinolent. L'estomac et l'intestin grêle sont parfois seuls lésés, ensemble ou séparément. L'urine peut être plus ou moins foncée et même acquérir la teinte marc de café. Le cœur est jaune, friable. L'endocarde gauche est parsemé de nombreuses hémorragies sous-séreuses; les valvules présentent des végétations fibrineuses, indice d'une inflammation toute récente (Petit).

Actuellement deux hypothèses sont en présence, concernant l'étiologie de cette affection.

I. La première en date, émanant de Bollinger, accuse la thrombose des artères coliques par un caillot émanant d'un anévrisme vermineux de la grande mésentérique (action toute mécanique et notoirement insuffisante pour expliquer les lésions d'intoxication générale).

II. MM. Petit et Lignières reconnaissent qu'il est impossible d'expliquer la genèse de ces lésions autrement que par l'action d'une toxine microbienne. Lignières place dans la muqueuse intestinale l'origine de cette sécrétion toxique due à un microbe encore hypothétique.

Éclairé par mes précédentes recherches sur le bacille de Preisz-Nocard dans certaines affections du mouton (*Revue générale de Médecine vétérinaire*, 1er avril 1908 et 15 janvier 1910), j'ai pu facilement constater l'agent spécifique de la congestion intestinale du cheval.

Il suffit de parcourir les relations d'autopsie des moutons morts des *eaux rousses*, cachexie aiguë de Delafond, *mal rouge*, etc., ou tués par la toxine du bacille de Preisz-Nocard, pour constater l'identité absolue de ces lésions et celles qu'on rencontre chez le cheval mort de congestion intestinale.

Les moutons morts de la maladie naturelle ne m'avaient pas permis jusqu'alors de constater avec certitude le lieu de culture du microbe.

Tout récemment, deux agneaux, envoyés d'une bergerie infectée, me parvinrent mourants. Sacrifiés, ils montraient toutes les lésions des *eaux rousses* et le sang du cœur me donna une culture pure du bacille de Preisz-Nocard.

Je fus assez heureux pour avoir de suite, à ma disposition, quatre chevaux atteints de coliques violentes.

Ces chevaux furent saignés à la jugulaire et leur sang fut ensemencé largement en bouillon.

Deux chevaux guérirent; leur sang se montra stérile.

Les deux chevaux qui moururent firent voir les lésions typiques de la *congestion intestinale* sur le tube digestif et sur le cœur.

Le sang de ces deux animaux me donna une culture du bacille de Preisz-Nocard.

I. La *congestion intestinale* du cheval n'est pas une affection du tube digestif; c'est une infection générale de l'organisme surmené, par le bacille de Preisz-Nocard et les lésions constatées sont dues au poison sécrété par ce microbe.

II. Le terme de *congestion intestinale* est inexact; la lésion intestinale peut être insignifiante ou même faire totalement défaut, l'action tonique n'étant plus traduite que sur l'estomac et le cœur.

GÉOLOGIE. — *Les Algues calcaires du groupe des* Girvanella *et la formation des oolithes.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. Michel Lévy.

En 1878, H.-A. Nicholson et R. Etheridge (1) signalèrent, dans le Calcaire silurien de Girvan (Écosse), des tubes microscopiques flexueux ou contournés, à section circulaire, formant des masses compactes libres, auxquelles ils donnèrent le nom de *Girvanella problematica*. Parfois répandues en grand nombre dans certaines roches primaires et secondaires,

(1) H.-A. Nicholson and R. Etheridge jun., *A Monograph of the silurian Fossils of the Girvan District, in Ayrshire*, t. I, 1878, p. 21 et 24, *Pl. IX, fig.* 24.

les *Girvanella* ont été successivement identifiées à des Rhizopodes, à des Stromatopores, puis à des Spongiaires; de nos jours, elles sont généralement considérées comme des Algues calcaires.

Dès 1885, leur présence était reconnue dans des oolithes calcaires par M. H.-M. Seely (¹). A partir de 1889, l'attention fut souvent appelée sur ces singuliers organismes, et notamment par M. Wethered qui étudia dans plusieurs Mémoires les rapports des *Girvanella* avec les oolithes et les pisolithes calcaires. La principale conclusion des belles recherches de ce savant peut se résumer en ceci : les oolithes et les pisolithes calcaires ne sont pas des concrétions, mais des corps résultant de la croissance et de l'enroulement des tubes de *Girvanella* autour de grains de nature organique ou minérale.

La découverte d'une multitude de *Girvanella* dans les oolithes ferrugineuses des minerais siluriens de La Ferrière-aux-Étangs (Orne) et les conditions d'étude exceptionnellement favorables qu'elles y présentent m'ont tout naturellement conduit à vérifier la thèse de M. Wethered.

Les *Girvanella* des minerais de fer se présentent sous forme de tubes très déliés, vermiformes, repliés sur eux-mêmes, pelotonnés et sans exception inclus dans les oolithes. Quelle que soit la composition de celles-ci, les *Girvanella* sont toujours fossilisées par de la sidérose très pure ou faiblement souillée par de l'hématite rouge. Les oolithes qui les englobent étant le plus souvent hématisées, il en résulte que les Algues se détachent en clair sur un fond brun opaque et que les relations entre les deux parties en présence sont d'une netteté incomparable. De pareils éléments permettent de fixer avec la plus grande précision ce qui appartient en propre aux corps oolithiques et ce qui revient aux organismes qu'ils emprisonnent.

D'une manière générale, les tubes de *Girvanella* abondent à la périphérie des oolithes; leur fréquence diminue graduellement vers l'intérieur, et un petit nombre seulement en atteignent le centre. Tout une série de faits établissent l'indépendance absolue de la structure concentrique des oolithes de la présence de ces tubes :

1° Il apparaît évident au microscope que les *Girvanella* interrompent ou détruisent complètement la structure des oolithes. On voit, par exemple, des lignes concentriques brunes très fines s'arrêter net à la rencontre d'une large section transversale de *Girva-*

(¹) H.-M. Seely, *A new Genus of Chazy Sponges, Strephochetus* (*Am. Journ.*, 3e série, t. XXX, 1885, p. 355-357).

nella ; on voit encore de gros tubes cheminer entre des couches concentriques, puis se replier brusquement pour accomplir un long parcours radial, sur lequel toutes les zones sont invariablement coupées. Tel tube qui traverse une oolithe, suivant une ligne des plus capricieusement ondulées, ne se confond nulle part avec une des enveloppes concentriques. Notons encore que, dans de nombreuses sections d'oolithes qui se résolvent en un véritable feutrage d'Algues, il est toujours impossible de dévoiler la moindre trace de structure zonaire. Bref, la structure concentrique des oolithes ferrugineuses s'efface d'autant plus que les *Girvanella* se multiplient.

2° Les noyaux oolithiques envahis par les *Girvanella* ne laissent jamais reconnaître la plus petite trace de structure zonaire, et cependant les Algues y sont représentées à tous les états de fréquence. Les tubes les traversent en tous sens, les détruisent pour en prendre la place et parfois même ne pénètrent pas du tout dans la partie de l'oolithe caractérisée par une structure concentrique.

3° Enfin le diamètre des tubes de *Girvanella*, si réduit qu'il puisse être, dépasse toujours de beaucoup l'épaisseur des zones concentriques les moins fines : c'est dire que toute confusion, entre les unes et les autres, est impossible.

De l'analyse détaillée des oolithes à *Girvanella* il ressort avec évidence qu'on ne peut expliquer l'origine des corps oolithiques par un enroulement de tubes. Les *Girvanella* ne construisent pas d'oolithes et travaillent au contraire à les détruire. Toute oolithe qui en renferme est en quelque sorte parasitée et condamnée à la perte complète ou partielle de sa caractéristique la plus essentielle, sa structure concentrique. En réalité les *Girvanella* des minerais de fer sont des *Algues perforantes*, fixées dans les oolithes à la manière de *parasites*.

On s'explique ainsi la prédominance des tubes dans la région périphérique des oolithes et leur existence dans certains noyaux oolithiques, c'est-à-dire dans des corps de nature variée et dépourvus de structure concentrique. Cette opinion, seule, rend compte de la différence de composition minérale des tubes et de la grande majorité des oolithes et enfin du contraste si frappant entre l'extrême finesse et la régularité des zones concentriques d'une part, la grosseur, le calibre éminemment variable et le dessin si irrégulier des tubes d'autre part.

J'ai étendu mes observations aux oolithes calcaires à *Girvanella*, sans noter le moindre fait qui en restreigne la portée générale ; elles sont, au même titre que les oolithes ferrugineuses, des oolithes parasitées.

Il suffit, d'ailleurs, pour se convaincre que l'ingénieuse explication de M. Wethered n'est pas fondée, de réfléchir à ce fait que l'enroulement d'un tube sur lui-même ne saurait jamais engendrer une masse sphérique, ovoïde ou ellipsoïdale, caractérisée par une structure concentrique.

Ces raisons, et beaucoup d'autres que je ne puis exposer dans cette Note, concourent à démontrer que les *Girvanella* et toutes les Algues calcaires du même type sont absolument étrangères à la genèse de la structure oolithique.

La séance est levée à 4 heures et demie.

PH. V. T.

ERRATA.

(Séance du 24 janvier 1910.)

Note de M. *P. Helbronner*, Sur les jonctions de la chaîne méridienne de Savoie avec la triangulation fondamentale italienne et suisse :

Page 209, le Tableau doit être reporté page 210 après la 16e ligne.

Page 210, après la ligne 7, *lisez :*

Triangulation italienne = 21818m,30. — Chaîne méridienne de Savoie = 21818m,60.